



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-9644

Dezembro, 2009

## ***Documentos 240***

# ***II Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva do Arroz/VIII Reunião Nacional de Pesquisa do Arroz - Renapa***

Volume 2

*Resumos*

*Conferências*

**Realização:**

26 a 28 de abril de 2006

Brasília, DF

Santo Antônio de Goiás, GO  
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rod. GO 462, Km 12  
Caixa Postal 179  
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
Fone: (0xx62) 3533 2100  
Fax: (0xx62) 3533 2123  
sac@cnpaf.embrapa.br  
www.cnpaf.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Luís Fernando Stone*  
Secretário: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Supervisor editorial: *Camilla Souza de Oliveira*  
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*  
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*  
Capa: *Sebastião José de Araújo*  
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

**1ª edição**

1ª impressão (2008): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n. 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Arroz e Feijão

---

Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva do Arroz (2. : 2006 : Brasília, DF).  
Resumos, conferências / II Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva do  
Arroz e VIII Reunião Nacional de Pesquisa do Arroz - Renapa, Brasília, DF,  
de 26 a 28 de abril de 2006. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e  
Feijão, 2009.  
v. 2. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 240)

1. Arroz - Cadeia produtiva. 2. Arroz - Pesquisa - Congresso. I. Reunião  
Nacional de Pesquisa de Arroz (8. : 2006 : Brasília, DF). II. Título. III. Embrapa  
Arroz e Feijão. IV. Série.

---

CDD 633.18 (21. ed.)

© Embrapa 2009

# Comissão Organizadora

Presidente: Beatriz da Silveira Pinheiro (Embrapa Arroz e Feijão)

Vice-Presidente: Jacinto Ferreira (CONAB)

Secretário Executivo: Péricles de Carvalho Ferreira Neves (Embrapa Arroz e Feijão)

## Membros:

Alcido Elenor Wander (Embrapa Arroz e Feijão)

Cristiane Peres (Embrapa ACS)

Flávio Breseghello (Embrapa Arroz e Feijão)

Luiza Matsuo (Embrapa ACS)

Luzmair de Siqueira Santos (Embrapa ACS)

Marina Aparecida de Oliveira (Embrapa Arroz e Feijão)

Mariléa Rodrigues Nascimento (Embrapa Arroz e Feijão)

Marta Cristina Corsi de Filippi (Embrapa Arroz e Feijão)

Nóris Regina de Alemida Vieira (Embrapa Arroz e Feijão)

Paulo Morceli (CONAB)

Roselene de Queirós Chaves (Embrapa Arroz e Feijão)

Sílvio Porto (CONAB)





# Apresentação

Este é o segundo ano em que o Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva de Arroz é realizado de forma conjunta com a Reunião Nacional da Pesquisa de Arroz . A primeira edição desse evento conjunto ocorreu em Florianópolis, SC, em agosto de 2002, sob a iniciativa da Embrapa e da Abrarroz, contando com o destacado apoio da Epagri e do Sindicato das Indústrias de Arroz de Santa Catarina e patrocínio de representativas empresas do agronegócio do arroz. Foi prestigiado pela presença de mais de quinhentos congressistas, representando os vários segmentos da cadeia produtiva do arroz, que se beneficiaram do conteúdo de palestras, painéis e grupos de trabalho focados em temas atuais e inovadores.

O presente evento, previsto inicialmente para ocorrer no Estado do Mato Grosso, em face da crise vigente na cadeia, não conseguiu angariar o necessário suporte local e foi deslocado para Brasília, no âmbito das atividades da Feira de Tecnologia "Ciência para a Vida". Em uma promoção conjunta da Embrapa e da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, com o apoio da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Arroz e do Fundo Setorial de Agronegócio, o evento foi organizado com o intuito de motivar e harmonizar a cadeia, bem como subsidiá-la com informações visando o delineamento de estratégias para a superação dos problemas e desafios relativos à pesquisa, produção, indústria, mercado e consumo de arroz.

Para atingir os objetivos do evento foram programadas apresentações na forma de conferências, painéis e pôsteres, envolvendo renomados pesquisadores e professores de instituições internacionais e nacionais, além de lideranças políticas e empresariais do agronegócio do arroz. Os resumos dos trabalhos apresentados na forma de pôsteres, originados de diversas instituições de pesquisa e ensino, estão contidos na presente publicação. Um segundo volume será dedicado aos trabalhos apresentados na forma de conferências e painéis.

Juntamente com os demais membros da Comissão Organizadora, vimos manifestar nossos sinceros agradecimentos pelo apoio recebido por parte das organizações governamentais e empresas privadas que permitiram a realização do evento e desejar a todos os congressistas uma feliz estada em Brasília e ótimo aproveitamento das atividades do II Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva de Arroz e VIII Reunião Nacional da Pesquisa de Arroz.

*Beatriz da Silveira Pinheiro*  
Presidente

*Jacinto Ferreira*  
Vice-Presidente

Comissão Organizadora



# Sumário

O conteúdo técnico dos trabalhos aqui publicados é de responsabilidade dos autores

## Resumos

### **Nutrição, consumo e demandas da indústria e do consumidor ..... 13**

PERFIL SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE ARROZ BRASILEIRO .....	15
EFEITO DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO APLICADOS EM COBERTURA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA .....	18
EFEITO DO PARCELAMENTO DO NITROGÊNIO E DO POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM RORAIMA .....	20
ESTUDO DAS PROTEÍNAS DE RESERVA EM VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DO MARANHÃO .....	23
SELEÇÃO E TREINAMENTO DE PAINEL SENSORIAL PARA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE ARROZ .....	26
EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA REDUÇÃO DA QUANTIDADE DE FUNGOS EM FARELO DE ARROZ .....	29
AVALIAÇÃO DE MEIOS DE CULTURA PARA QUANTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM FARELO DE ARROZ .....	32
EFEITO DE NÍVEIS DE POTÁSSIO E DE CALCÁRIO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA .....	34
MEIO DE CULTURA PARA QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS EM FARELO DE ARROZ .....	37
EFEITOS DA PARBOILIZAÇÃO EM PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE ARROZ .....	39
POTENCIAL PRODUTIVO E PROPRIEDADES CULINÁRIAS DO ARROZ-VERMELHO CULTIVADO .....	42
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E CARACTERÍSTICAS CULINÁRIAS DO ARROZ BRANCO E DO VERMELHO NOS ESTADOS DO PIAUÍ E CEARÁ .....	45

### **Desenvolvimento industrial de produtos e subprodutos ..... 49**

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE GRÃOS DE ARROZ COM DIFERENTES NÍVEIS DE BRUNIMENTO NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO .....	51
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO ARROZ COMUM ( <i>Oryza Sativa</i> L.) IRRADIADO .....	53
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO ARROZ COMUM ( <i>Oryza Sativa</i> L.) IRRADIADO .....	56
DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DE MICROONDAS PARA PRODUÇÃO DE FARELO DE ARROZ ESTABILIZADO DIRETAMENTE NO GRÃO EM CASCA .....	59
AVALIAÇÃO VISUAL E UMIDADE DE FARELO DE ARROZ PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES .....	62
DESEMPENHO DE SEMEADORA NO PLANTIO DIRETO DO ARROZ INFLUENCIADO POR TIPOS DE SULCADORES E DE COMPACTADORES DE SULCOS .....	64

### **Mercado e Conjuntura ..... 67**

AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ARROZ: MOTIVO DE COMEMORAÇÃO OU DE PREOCUPAÇÃO? .....	69
INDICADORES DA EFICIÊNCIA DA COMERCIALIZAÇÃO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS E IRRIGADO NO BRASIL .....	71
ESTIMATIVA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO NO PROJETO RIO FORMOSO, EM 2006: COEFICIENTES TÉCNICOS, CUSTOS E RENTABILIDADE .....	74
O AGRONEGÓCIO DO ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA .....	76
PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DO ARROZ NO ESTADO DO TOCANTINS ATÉ 2010 .....	78
MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE ARROZ IRRIGADO NO BRASIL .....	81
PERSPECTIVAS DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ NO BRASIL EM 2011 ....	84
STRATEGIC ALLIANCES IN RICE BREEDING FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN: RESULTS OF A REGIONAL POPULATION IMPROVEMENT PROJECT .....	87

### **Sementes e Tecnologia Pós-Colheita ..... 91**

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ARROZ DURANTE O ARMAZENAMENTO ....	93
EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DO ARROZ EM CASCA .....	95
PROPRIEDADES FÍSICAS DO ARROZ EM CASCA .....	98
DETERMINAÇÃO E MODELAGEM DAS PROPRIEDADES TÉRMICAS DO ARROZ EM CASCA ...	101
ESTUDO DE DORMÊNCIA PÓS-COLHEITA E SUA INTENSIDADE EM GENÓTIPOS DE ARROZ CATETO ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....	105
PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ EM RESPOSTAS A DOSES DE CÁLCIO E NITROGÊNIO ...	107
PERFIL SANITÁRIO E FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ PROVENIENTES DE ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO .....	109
<b>Biotecnologia, Genética e Melhoramento .....</b>	<b>113</b>
ESTABILIDADE DE ARROZ DE TERRAS ALTAS DOS ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO DE MINAS GERAIS, 2004/2005 .....	115
ARROZ DE TERRAS ALTAS: ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO DE MINAS GERAIS, 2003/2005 .....	117
AVALIAÇÃO, SELEÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM MINAS GERAIS DE 2000 A 2005 .....	119
ENSAIOS REGIONAIS AVANÇADOS DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO MÉDIO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2002/2003 a 2004/2005) .....	122
ENSAIOS REGIONAIS AVANÇADOS DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO PRECOCE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2002/2003 a 2004/2005) .....	124
RESISTÊNCIA À SECA: I. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS, COM DIVERGÊNCIA GENOTÍPICA, EM CONDIÇÕES CONTROLADAS .....	127
RESISTÊNCIA À SECA: II. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CONDIÇÕES DE CAMPO .....	130
RESISTÊNCIA À SECA: III. AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS .....	133
ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE DA CARACTERÍSTICA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM ARROZ DE TERRAS ALTAS NO ESTADO DO PARÁ .....	135
RESGATE DE ARROZ VERMELHO ( <i>Oryza sativa</i> L.) NOS ESTADOS DA PARAÍBA E CEARÁ .....	138
SENSIBILIDADE DE VARIEDADES DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) À RADIAÇÃO GAMA E À SALINIDADE: UM ESTUDO PRELIMINAR NO ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO .....	141
BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....	143
CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE LINHAGENS E CULTIVARES DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DO ARROZ POR MARCADORES SSR .....	146
CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E MOLECULAR DE LINHAGENS DE ARROZ CONTENDO FRAGMENTOS GENÔMICOS DA ESPÉCIE SILVESTRE <i>Oryza glumaepatula</i> .....	149
VARIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CICLOS DA POPULAÇÃO DE SELEÇÃO RECORRENTE CNA-IRAT 4 POR MARCADORES SSR .....	152
CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DO ARROZ .....	155
COMPORTAMENTO DO CULTIVAR SCSBRS 113 -TIO TAKA DE ARROZ IRRIGADO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO .....	158
SELEÇÃO DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS VISANDO AGRICULTURA FAMILIAR EM GOIÁS .....	160
GENÔMICA FUNCIONAL: MUTAGÊNESE INSERCIONAL COMO FONTE DE DESCOBERTA DE NOVOS GENES PARA O MELHORAMENTO DE ARROZ ( <i>ORYZA SATIVA</i> L.) .....	163
LINHAGENS DE IAC 201 RESISTENTES À BRUSONE .....	166
SELEÇÃO PARA RESISTÊNCIA À BRUSONE NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS DA EMBRAPA .....	168
AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DE GRÃOS INTEIROS NO BENEFICIAMENTO DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM MINAS GERAIS .....	171
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ VERMELHO PARA A REGIÃO NORDESTE DO BRASIL .....	173
SSR MARKER POLYMORPHISM IN RECURRENT SELECTION POPULATIONS CG3 AND CNA6 ..	176
CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO PROMISSORAS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO .....	178
AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA NATIVO DE ARROZ 'LAGEADO' PARA RESISTÊNCIA À BRUSONE NAS FOLHAS .....	181
CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ VERMELHO CULTIVADO .....	183
ANÁLISE DESCRITIVA DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ-VERMELHO COLETADAS NO ESTADO DA PARAÍBA .....	185

CARACTERIZAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA TOTAL DE 20 GENÓTIPOS DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> ) DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DE ARROZ CULTIVADOS EM GOIÂNIA E URUGUAIANA.....	188
IMPLICAÇÕES DA SELEÇÃO RECORRENTE SOBRE UMA POPULAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO ...	191

## **Nutrição, consumo e demandas da indústria e do consumidor ..... 195**

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	197
CALIBRAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA FÓSFORO COM TERMOFOSFATO YOORIN NA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO .....	199
AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ACUMULAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NA PLANTA DE ARROZ IRRIGADO .....	201
PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO POR GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO .....	204
RESPOSTA DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO EM SUPERFÍCIE NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO .....	207
MANEJO DO SOLO E DE ÁGUA EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO ..	210
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO NO CULTIVO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM DIFERENTES TIPOS DE MANEJO DO SOLO E DE ÁGUA .....	213
PROBABILIDADE DE ATENDIMENTO DA DEMANDA HÍDRICA DA CULTURA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COMO SUBSÍDIO PARA A DEFINIÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA, SP .....	215
IMPACTO DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE A DURAÇÃO DA FASE VEGETATIVA DO ARROZ IRRIGADO, ESTIMADA PELO MÉTODO DE GRAUS-DIA .....	218
ESTUDO COMPARADO DAS ESTIMATIVAS DE CUSTO E RENTABILIDADE DAS CULTIVARES IAC 600 (ARROZ PRETO) E IAC 105, VALE DO PARAÍBA, 2005/2006 .....	221
CONTROLE SELETIVO DO ARROZ-VERMELHO ( <i>Oryza spp.</i> ) NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....	223
BORO EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA .....	227
INTERAÇÃO DO ÁCIDO PROPIONICO E CÁLCIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE ARROZ .....	230
USO DA TERRA NATURAL DE IPIRÁ COMO CONDICIONADOR DO SOLO CULTIVADO COM ARROZ .....	232
EFEITO DO ÁCIDO ACÉTICO SOBRE OS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS RADICULARES DE PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE CÁLCIO E SOLUÇÃO NUTRITIVA .....	236
PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO VIA PIVÔ CENTRAL, DE 2001 A 2005 EM URUGUAIANA, RS .....	238
LÂMINA DE ÁGUA APLICADA NO ARROZ, VIA PIVÔ CENTRAL, EM URUGUAIANA-RS .....	241
RESPOSTA DO ARROZ À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM LATOSSOLO AMARELO SOB PASTAGEM DEGRADADA DE PARAGOMINAS - PARÁ .....	243
EFEITO DO ALUMÍNIO NO SISTEMA RADICULAR DE CULTIVARES DE ARROZ CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA .....	246
USO DO INIBIDOR DE UREASE NBPT NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO .....	249
CRESCIMENTO RADICULAR E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ EM FUNÇÃO DA CALAGEM E DA FOSFATAGEM EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	252
DESENVOLVIMENTO DA PARTE AÉREA E TEORES DE N, P, K EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DA CALAGEM E DA FOSFATAGEM .....	254
RESPOSTA DO ARROZ IRRIGADO, CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E PRÉ-GERMINADO, À UTILIZAÇÃO DE FOSFATO NATURAL REATIVO .....	257
SISTEMA DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE E NO RENDIMENTO INDUSTRIAL DE GRÃOS DO CULTIVO PRINCIPAL E DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO .....	260
DOSES DE NITROGÊNIO NO COMPORTAMENTO DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO .....	263
ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO .....	266
MANEJO ANTECIPADO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS COM RESTRIÇÕES DE UMIDADE NO SOLO .....	269
PROJETO "MARCA" : MANEJO RACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RS - "FUNDAMENTOS TEÓRICOS" .....	271
PROJETO "MARCA" : MANEJO RACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RS - "TECNOLOGIAS - CHAVE" .....	274
NÍTRATO E AMÔNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	277

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE CALIDAD DE ARROCES ESPECIALES CULTIVADOS EN DOS NIVELES DE FERTILIDAD .....	279
CARACTERIZACIÓN DE AISLADOS PROTEICOS DE ARROZ DE VARIEDADES DE ALTO Y NORMAL CONTENIDO DE PROTEÍNA .....	282
SISTEMA DE PLANTIO NA QUALIDADE DE SEMENTES DO CULTIVO PRINCIPAL E DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO E DE TERRAS ALTAS .....	285
MATURAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) DE TERRAS ALTAS .....	288
MANEJO ANTECIPADO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS SEM RESTRIÇÕES DE UMIDADE NO SOLO .....	290
<b>Manejo de Pragas (insetos, doenças e plantas daninhas) .....</b>	<b>295</b>
FUNGOS ASSOCIADOS A GRÃOS DE ARROZ .....	297
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A BRUSONE NAS FOLHAS EM ARROZ POR ISOLADO AVIRULENTO DE <i>Magnaporthe grisea</i> .....	300
EFEITO DA ADUBAÇÃO COM SILÍCIO NA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS E PRODUÇÃO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	302
AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE ARROZ CULTIVADAS NO ESTADO DO MARANHÃO PARA ANTIBIOSE A NINFAS DE <i>Tibraca limbativentris</i> (Stal, 1860) ( <i>Heteroptera: Pentatomidae</i> ) ....	305
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	307
NÍVEL DE INFESTAÇÃO DE <i>Tibraca limbativentris</i> NA COLHEITA DO ARROZ IRRIGADO, SAFRA 2004/05 .....	308
FAUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DO ARROZ DE SEQUEIRO EM SANTA MARIA, RS .....	311
EPIDEMIA DE BRUSONE NA CULTIVAR DE ARROZ DE TERRAS ALTAS RECENTE- LANÇADA 'BRS COLOSSO' .....	313
FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>OEBALUS</i> SPP. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO ARROZ IRRIGADO EM VÁRZES TROPICAIS .....	316
HERANÇA DA RESISTÊNCIA A BRUSONE NAS FOLHAS NAS CULTIVARES DIFERENCIADORAS BRASILEIRAS .....	319
CARACTERIZAÇÃO GEOESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ADULTOS DE <i>OEBALUS</i> SPP. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO .....	321
DINÂMICA POPULACIONAL DE ARTRÓPODES DE SOLO NA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ .....	324
<b>Sistemas inovadores de produção .....</b>	<b>329</b>
REDUTASE DO NITRATO, NUTRIÇÃO NITROGENADA E CRESCIMENTO DO ARROZ CULTIVADO EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE NITRATO E AMÔNIO .....	331
COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA .....	334
PROJETO MARCA: RESULTADOS SAFRA 2004/05 .....	337
USO DA TERRA NATURAL DE IPIRÁ COMO FERTILIZANTE NATURAL NA PRODUÇÃO DE ARROZ .....	340
<b>Sustentabilidade do arroz de terras altas .....</b>	<b>343</b>
CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS AVALIADAS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL .....	345
PREPARO DO SOLO, MANEJO DE ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	347
MECANISMOS DE ABERTURA DO SULCO PARA DEPOSIÇÃO DO FERTILIZANTE E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	350
DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO EM CONDIÇÕES DE CERRADO .....	353
FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS .....	355
NITROGÊNIO EM COBERTURA E INIBIDOR DE CRESCIMENTO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO .....	357
EFEITOS DA APLICAÇÃO FOLIAR DE BORO E DE ZINCO NOS TEORES FOLIARES DA CULTURA DO ARROZ .....	359
EFEITOS DA APLICAÇÃO FOLIAR DE BORO E DE ZINCO NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO ARROZ .....	361
PROPOSTA DE AÇÕES DE PESQUISA E EXTENSÃO BASEADO NA DISPERSÃO DA PRODUÇÃO DE ARROZ NO CERRADO BRASILEIRO .....	363

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COM EMPREGO DE RESÍDUO INDUSTRIAL .....	366
CUSTOS E RENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO .....	369
ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA IRRIGAÇÃO .....	372
MECANISMOS DE DISTRIBUIÇÃO DO FERTILIZANTE E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM PLANTIO DIRETO .....	375
SUSTENTABILIDADE NO PROGRAMA DE GERAÇÃO DE CULTIVARES ARROZ PARA O AGRONEGÓCIO NO BRASIL .....	377
DINÂMICA DE ABSORÇÃO DE N-NO <sub>3</sub> -EM DUAS VARIEDADES DE ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA .....	380
ESTUDO DAS RESPOSTAS À INOCULAÇÃO DE <i>AZOSPIRILLUM LIPOFERUM</i> Sp 59 E <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i> Sp 245 EM DIFERENTES VARIEDADES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS ( <i>ORIZA SATIVA</i> L.) .....	383
NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA E NITROGÊNIO TOTAL NO SOLO SOB CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS ( <i>Oriza sativa</i> L.) .....	385
IMPACTOS AMBIENTAL E ECÔNOMICO DA SOCA DO ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) IRRIGADO ...	387
CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO SOB CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA REGIÃO DE CERRADO .....	390
PROPRIEDADES BIOQUÍMICAS DO SOLO EM TRANSIÇÃO PARA CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS ( <i>Oriza sativa</i> L.) EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL .....	393
N TOTAL E C ORGÂNICO DO SOLO EM TRANSIÇÃO PARA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS ( <i>Oriza sativa</i> L.) NO CERRADO .....	395

## Conferências

ADDING VALUE TO RICE THROUGH RESEARCH .....	401
FUNCTIONAL RICE PRODUCTION SYSTEM .....	408
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM ARROZ: UMA VISÃO DE FUTURO .....	428
ARROZ HÍBRIDO – AGREGANDO VALOR E TECNOLOGIA À SEMENTE .....	433
PRODUÇÃO DE ARROZ EM TERRAS ALTAS COM SUSTENTABILIDADE .....	438





# **Nutrição, consumo e demandas da indústria e do consumidor**



## PERFIL SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE ARROZ BRASILEIRO

DELLA MODESTA, R. C.<sup>1</sup>, CARVALHO, J. L. V.<sup>2</sup>, GONÇALVES, E. B.<sup>3</sup>, SILVA, A. L. S.<sup>4</sup>, PINTO, F. O.<sup>5</sup>

**INTRODUÇÃO:** Cultivares de arroz diferem consideravelmente em seus parâmetros de qualidade incluindo sua qualidade comestível. Uma das maneiras de se determinar a qualidade é através da análise sensorial. Muitos autores têm determinado o perfil sensorial de cultivares de arroz (DEL MUNDO *et al.*, 1989; ROUSSET-AKRIM *et al.*, 1995; YAU & HUANG, 1996; DELLA MODESTA *et al.*, 1997, LYON *et al.*, 1999, DELLA MODESTA *et al.*, 2002). O perfil sensorial consiste de um processo para medir, de maneira reproduzível, os atributos específicos de um produto, assim como as respectivas intensidades em escala adequada, fornecendo descrição completa do referido produto. Os genótipos de arroz têm mudado o perfil sensorial ano a ano. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil sensorial de genótipos de arroz brasileiro, usando o perfil sensorial desenvolvido anteriormente e com os pontos de suas escalas modificados (DELLA MODESTA *et al.*, 1997 e 2002), sendo avaliados os seguintes atributos: dureza, adesividade, gomosidade, granulosidade, umidade, e sabor: característico, de cereal e de goma.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram estudados os seguintes genótipos selecionados do Programa de Melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão/Goiânia/GO - Bonança, Canastra, CNA8170, CNA8540, CNA8711, CNAs8812, CNAs8817, CNAs8824, CNAs8952, CNAs8934, CNAs8983, CNAs8984 e CNAs8989. Foi aplicada a terminologia sensorial e os pontos das escalas definidos por DELLA MODESTA *et al.* (1997 e 2002), respectivamente. Os atributos avaliados foram: dureza, adesividade, gomosidade, granulosidade, umidade, e sabor característico, de cereal e de goma. Os cinco provadores foram treinados nas escalas e foi verificada a eficácia do treinamento através dos desvios obtidos segundo o provador. O método sensorial usado foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (STONE *et al.*, 1974), com escala não estruturada de 10 cm onde 1 correspondeu ao "fraco" e 9 ao "forte". Os genótipos foram avaliados segundo delineamento em blocos casualizados completos. Os testes foram realizados em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos/Rio de Janeiro/RJ, sob iluminação vermelha. A apresentação das amostras foi monádica, sendo servidas a 45°C em pires brancos contendo 5g de arroz cozido, codificados com números aleatórios de três dígitos. Entre uma amostra e outra, o provador limpava o palato com água mineral à temperatura ambiente. Foram realizados os ajustes dos delineamentos uni e multivariados, e de componentes principais (1975). Os softwares usados foram SAS (1985 e 1999) e Statgraphics (1993).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nessa safra houve diferença significativa para todos os atributos sensoriais dos genótipos avaliados, com exceção do sabor de cereal (Tabela 1). Nessa Tabela, observa-se que três atributos (gomosidade, umidade e sabor característico) tiveram o coeficiente de ajuste (R<sup>2</sup>) superior a 70%; isso significa que esses atributos explicaram mais que 70% do modelo, portanto, foram os atributos mais importantes no modelo utilizado. Na Figura 1 estão as formas espaciais representando as amostras, mostrando as variações observadas. Na Figura 2, o atributo sabor de cereal não consta pelo seu baixo peso nos dois primeiros componentes. É interessante observar que o mesmo foi automaticamente eliminado da Figura. Os sabores característico e de goma se mostraram antagonísticos. Nesta Figura, constam duas áreas: aquela, à direita, onde se notou

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Alimentos, Embrapa Agroindústria de Alimentos, CEP 23020-470, Rio de Janeiro, RJ. Fone (21) 24109565. e-mail: regimode@ctaa.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro, RJ

<sup>3</sup> Estatístico, Doutor em Tecnologia de Alimentos, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro, RJ

<sup>4</sup> Técnica Operacional, Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro, RJ

<sup>5</sup> Estagiário em Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, UERJ. Rio de Janeiro, RJ

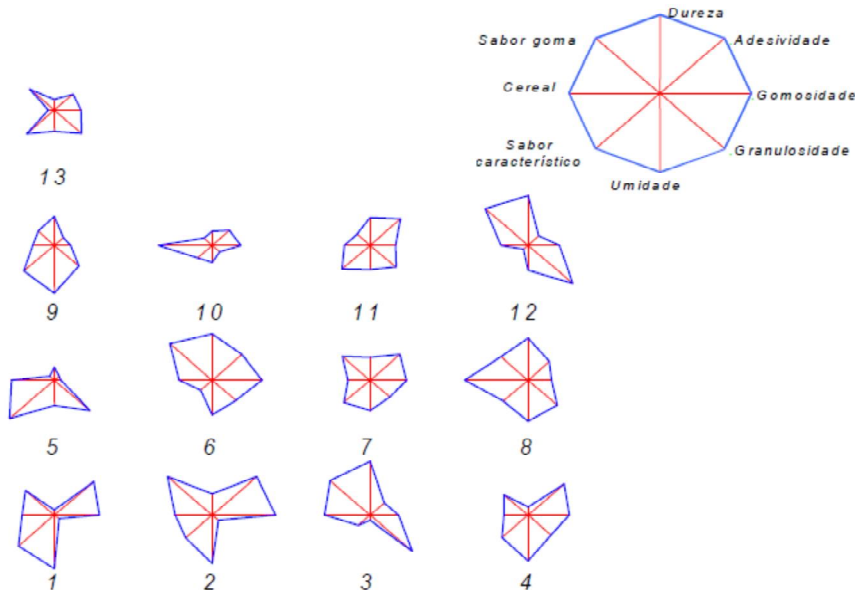
a dureza e a granulidade correlacionadas; e sua oponente, a esquerda, onde gomosidade, umidade e adesividade estão correlacionadas. Nos componentes principais, o sabor característico apresentou baixa contribuição, uma vez que seus coeficientes foram baixos; o sabor de cereal demonstrou um baixo percentual no segundo componente. Os dois primeiros componentes principais acumularam 60,13% da variação nos genótipos.

**CONCLUSÕES:** Entre esses genótipos, houve diferença significativa para todos os atributos sensoriais dos genótipos avaliados, com exceção do sabor de cereal. A proporção de variação acumulada pelos dois primeiros componentes principais foi de 60,13 % da variação nas amostras.

**Tabela 1.** Valores médios<sup>§</sup> dos atributos sensoriais de genótipos.

Genótipos	Dureza	Adesividade	Gomosidade	Granulosidade	Umidade	Sabor característico	Sabor de cereal	Sabor de goma
1.Bonança	3,86	4,78	5,18	4,28	6,26	6,58	3,16	3,58
2.Canastra	5,00	5,20	6,62	4,42	5,94	5,90	3,36	4,80
3.CNA8170	7,34	2,86	3,88	7,40	3,32	4,88	3,74	4,44
4.CNA8540	4,06	4,56	4,92	5,82	5,76	5,86	2,78	3,18
5.CNA8711	4,40	2,10	2,10	6,84	4,52	7,18	3,62	1,66
6.CNAs8812	6,78	4,06	5,56	5,88	5,08	4,88	3,20	4,64
7.CNAs8817	5,08	4,06	4,48	5,56	4,82	5,88	2,70	3,46
8.CNAs8824	6,48	3,42	3,48	6,34	5,48	5,78	4,50	3,42
9.CNAs8952	5,52	2,44	2,90	5,94	5,88	6,18	2,70	2,58
10.CNAs8934	4,46	3,08	3,86	4,54	4,04	5,08	4,08	1,96
11.CNAs8983	5,44	4,12	3,62	6,06	4,48	6,02	2,86	2,32
12.CNAs8984	7,02	2,58	4,12	7,60	4,52	4,36	2,92	4,64
13.CNAs8989	4,22	3,18	3,72	6,16	4,28	5,98	2,02	3,24
F amostra	3,26*	3,55*	6,91*	2,07*	3,46*	2,34*	1,15ns	3,68*
R <sup>2</sup>	0,5230	0,6421	0,7825	0,5094	0,7136	0,7249	0,2750	0,6733

<sup>§</sup> avaliados em escala não estruturada de nove pontos  
ns – não significativo \* - significativo ao nível de 5%



**Fig. 1.** Configurações dos genótipos de arroz segundo ADQ.

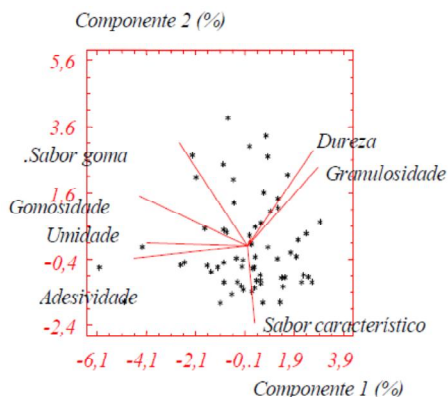


Fig. 2. Análise de componentes principais para atributos de arroz segundo genótipos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DELLA MODESTA, R. C., CARVALHO, J. L. V., GONÇALVES, E. B., VILLAMIL, C. I. V., ALMEIDA, N. S. S. de. Desenvolvimento do perfil sensorial para cultivares de arroz brasileiro. *Boletim de Pesquisa*, n. 21, p. 1-28, 1997.

DEL MUNDO, A. M., KOSCO, D. A., JULIANO, B. O. et al. Sensory and instrumental evaluation of texture of cooked and raw milled rices with similar starch properties. *Journal of Texture*, v. 20, p. 97-110, 1989.

DELLA MODESTA, R.C.; CARVALHO, J. L. V.; GONÇALVES, E.B.; SILVA, A. L. S. e. Perfil sensorial de alguns genótipos de arroz brasileiro, da safra 1999/2000. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1., E REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. Anais. 2002. p. 48-50.

KENDAL, M. **Multivariate analysis**. New York: Hafner, 1975. 210p.

LYON, B. G., CHAMPAGNE, E. T. VINYARD, B. T., WINDHAM, W. R., BARTON II, F. E., WEBB, B.D., McCLUNG, A. M., MOLDENHAUER, K. A., LINScombe, S., McKENZIE, K., KOHLWEY, D. E. Effects of degree of milling, drying condition, and final moisture content on sensory texture of cooked rice. *Cereal Chemistry*, v. 76, n. 1, p. 56-62, 1999.

MANUGISTICS. **Statgraphics reference manual**. Cambridge: Manugistics, 1993. D4-D13.

ROUSSET-AKRIM, S.; MARTIN, J.F.; PILANDON, C. et al. Research of seletive tests for discerning "an efficient assessor" in texture profiling. *Journal of Sensory Studies*, v. 10, n. 2, p.217-237, 1995.

SAS Institute Inc. **SAS User´s Guide: base**, version 5. Cary: SAS Institute, 1985, 956 p.

SAS Institute Inc. **SAS User´s Manual Statistics**, version 8. Cary: SAS Institute, 1999, 3809 p.

STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Techn.*, Chicago, v. 28, n.11, p. 24-34, 1974.

YAU, N. J. N., HUANG, J. J. Sensory analysis of cooked rice. *Food Quality and Preference*, v. 7, n.3, p. 263-270, 1996.

# EFEITO DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO APLICADOS EM COBERTURA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA

MEDEIROS, R. D.<sup>1</sup> CORDEIRO, A. C. C.<sup>2</sup>, MOURÃO JÚNIOR, M.C.<sup>3</sup> ZILLI, J. E.<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz irrigado é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Estado de Roraima. Ocupa atualmente cerca de 16.000 ha de área cultivada, com produção em tomo de 112.000 toneladas de arroz em casca, o que é suficiente para abastecer o mercado estadual e proporcionar excedentes para os estados do Amazonas e Pará. Entretanto, a baixa fertilidade natural dos solos das várzeas, os elevados custos de fertilizantes e outros insumos têm limitado a expansão da cultura no Estado. Assim, é fundamental conhecer os níveis de adubação mais adequados para minimizar custos e concomitantemente maximizar a produtividade de grãos. Estudos mostram que o nitrogênio é um dos elementos limitantes para o cultivo do arroz em várzeas (Silva et al., 1998), o que exige aplicação de elevadas doses, para que ocorra desenvolvimento adequado da cultura em termos de perfilhamento e produtividade de grãos (Barbosa Filho, 1987). Além disso, a resposta da cultura à aplicação de N depende das condições climáticas e do tipo da planta (Machado, 1985). Para tanto, este trabalho teve como objetivo testar o efeito de diferentes doses de nitrogênio, aplicado em cobertura, sobre a produtividade de grãos de cultivares de arroz irrigado em Roraima.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um experimento foi conduzido no período de dezembro de 2004 a abril 2005, na Fazenda Santa Cecília município do Cantá-RR, em várzea do Rio Branco. O solo é classificado como Gleissolo Aplico Tb Distrófico, cultivado com arroz há cinco anos, o qual apresentava as seguintes características químicas e físicas: pH (H<sub>2</sub>O) = 4,7; Ca = 0,67 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,33 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; K = 48,6 mg dm<sup>-3</sup>. M.O = 20,6 g dm<sup>-3</sup> areia = 49,0%; silte = 30,0%; argila = 35%. Os tratamentos constaram de 10 cultivares de arroz: 5 de ciclo curto (100 a 115 dias) e 5 ciclo médio (120 a 130 dias) e quatro níveis de nitrogênio (50, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia aplicados em cobertura; metade aos 20 e aos 45 dias após a emergência. Utilizou-se o delineamento em faixas no esquema de parcelas sub-divididas com quatro repetições. As parcelas principais com área de 60 m<sup>2</sup> (3,0 m x 20 m) foram constituídas pelos níveis de nitrogênio e nas sub-parcelas com área de 12 m<sup>2</sup> (3,0m x 4,0m) casualizou-se os cultivares cuja área útil foi de 7,2 m<sup>2</sup> (2,4 m x 3,0m). Todos os cultivares foram semeados em linhas espaçadas de 0,3m na densidade de 120 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. A adubação de plantio constou de 450kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-28-20+0,03 Zn. O sistema de irrigação foi por inundação contínua, com a lâmina de água iniciada aos 15 dias após a emergência das plântulas e interrompida 20 dias após a floração. Avaliou-se a produtividade de grãos na colheita, com umidade corrigida a 13% e também monitorou-se a incidência de doenças e o acamamento, ao longo do ciclo da cultura. Os dados referentes à produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F (p<0.05) e as estimativas das médias foram submetidas à análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Não foi observada a incidência de doenças nem de acamamento da cultura em nenhum dos cultivares e níveis de nitrogênio testados. Para a produtividade de grãos, entretanto, houve efeito significativo tanto para as cultivares, quanto pelos níveis de nitrogênio e para a interação entre cultivares x níveis de N (Tabela 01). Avaliando-se os componentes de variância, observa-se um efeito na produtividade de grãos de cerca de 54% propiciada pelas doses de nitrogênio, seguido pelo efeito varietal (19%) e pela interação entre N x cultivar de (18%), ou seja, a produtividade de grãos foi mais

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Roraima, Caixa Postal 133, CEP 69.301-970, Boa Vista, RR. Fone (95)3628-4903. e-mail: roberto@cparfrr embrapabr

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética Vegetal, Embrapa Roraima

<sup>3</sup> Biólogo, MSc em Estatística, Embrapa Roraima

<sup>4</sup> Dr. em Ciência do Solo, Embrapa Roraima

influenciada pelos níveis de nitrogênio do que pelo potencial genético das cultivares e suas interações. Com relação às cultivares avaliadas, de forma geral, que em médias às de ciclo médio foram mais produtivas, do que as de ciclo curto, em todos os níveis de nitrogênio. Isso evidencia o potencial dos cultivares de ciclo mais longo na habilidade de transformar o nitrogênio e outros produtos da fotossíntese em grãos, independentemente dos níveis de N. Os efeitos dos níveis de N sobre a produtividade de grãos de cada cultivar podem ser melhor visualizados através das equações de regressão e curvas de produtividade ilustradas na Tabela 1 e Figura 1 a e b, respectivamente. Por essa Figura, observa-se que houve um comportamento distinto das cultivares de ciclo curto, comparado às de ciclo médio. As cultivares de ciclo curto apresentaram um comportamento que se ajustaram a um modelo de regressão quadrática, obtendo-se a máxima produtividade de grãos com a utilização de cerca de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. A partir desse valor, no geral, houve decréscimo da produtividade de grãos. Para os de ciclo tardio, entretanto, com exceção da BRS Alvorada (CNA 9025) o padrão de resposta foi linear, ou seja a produtividade de grãos aumentou conforme o aumento das doses de N. Assim, para estes cultivares, mesmo a maior dose, 300 kg ha<sup>-1</sup>, foi insuficiente para a expressão do máximo potencial produtivo. Este comportamento provavelmente está relacionado ao ciclo vegetativo da cultura, sendo que os de ciclo curto possuem fase vegetativa mais curta e assim necessitam menor quantidade de nitrogênio para completar o ciclo, sendo também, de forma geral, menos produtivas. Por outro, os cultivares de ciclo tardio possuem ciclo vegetativo maior, exigindo quantidades maiores de N para a expressar o potencial produtivo máximo e, conseqüentemente são mais produtivas em doses mais elevadas de N. Os resultados corroboram com os obtidos por Barbosa, 1987; Galhardo, 1993; Carvalho et al., 1995, os quais constataram que em condições favoráveis os cultivares melhorados de arroz irrigado respondem positivamente a aplicação de nitrogênio independentemente do ciclo.

**Tabela 01 - Valores médios de produtividade de grãos de arroz, em função das doses de nitrogênio e cultivares de arroz obtidos em várzea de Roraima..**

Ciclo	Cultivares	Níveis de nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )				Equação regressão		
		50	100	200	300	β <sub>0</sub>	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>
Curto	BRS Fronteira	4,93 Cc	6,68 ABab	6,93 Aab	6,31 Bcd	3,50	3,69.10 <sup>-2</sup>	-9,30.10 <sup>-5</sup>
	IRGA417	4,84 Cc	6,17 Bab	6,7 Aab	6,4 ABbcd	3,60	3,01.10 <sup>-2</sup>	-7,02.10 <sup>-5</sup>
	BRS Pelota	5,72 Bab	5,98 ABb	6,24 Ab	5,73 Bd	5,20	1,15.10 <sup>-2</sup>	-3,24.10 <sup>-5</sup>
	BRS Roraima	5,15 Bbc	6,35 Aab	6,94 Aab	6,53 Abcd	3,90	2,98.10 <sup>-2</sup>	-7,07.10 <sup>-5</sup>
	SCS BRS 111	4,85 Cc	6,26 Bab	7,14 Aa	6,47 Bbcd	3,20	3,84.10 <sup>-2</sup>	-9,23.10 <sup>-5</sup>
	<b>Média</b>	<b>5,09</b>	<b>6,29</b>	<b>6,79</b>	<b>6,29</b>			
Médio	Biguá	6,04 Ba	6,23 Bab	7,46 Aa	7,81 Aa	5,60	7,70.10 <sup>-3</sup>	
	BRS Alvorada	5,06 Bbc	6,89 Aab	6,84 Aab	7,15 Aabc	4,20	2,69.10 <sup>-2</sup>	-5,79.10 <sup>-5</sup>
	BRS Guará	6,17 Ba	7,05 Aa	7,12 Aab	7,59 Aa	6,20	4,80.10 <sup>-3</sup>	
	BRS Jaburu	5,91 Ca	6,26 BCab	7 ABab	7,21 Aab	5,70	5,40.10 <sup>-3</sup>	
	SCS BRS 113	6,11 Ba	6,34 ABab	6,57 ABab	7,08 Aabc	5,90	3,70.10 <sup>-3</sup>	
	<b>Média</b>	<b>5,86</b>	<b>6,55</b>	<b>7,00</b>	<b>7,37</b>			

Onde: Letras maiúsculas, na horizontal – efeito das doses de nitrogênio; letras minúsculas, na vertical – efeito das variedades. Valores precedidos de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scheffé, no nível de 5%.

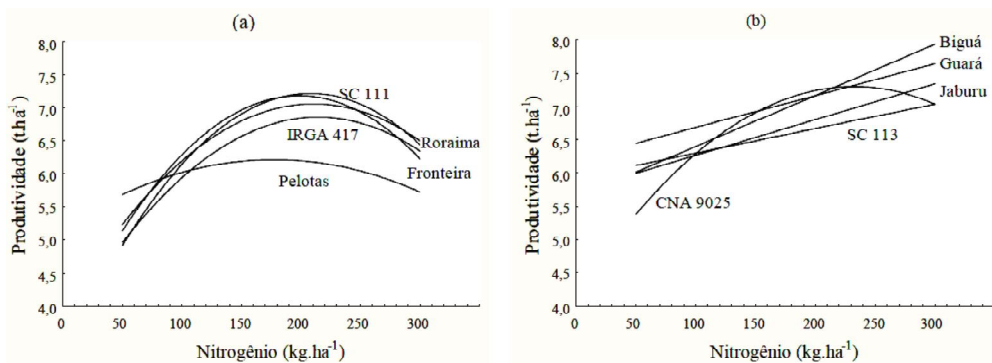


Fig. 1. Curva de reposta de diferentes cultivares de arroz, quanto à produtividade de grãos, em relação a doses crescentes de nitrogênio (a) cultivares de ciclo curto e (b) cultivares de ciclo médio.

**CONCLUSÕES:** Os níveis de nitrogênio favoreceu a produtividade de grãos independentemente da cultivar. Para as cultivares de ciclo curto a adubação nitrogenada aumentou a produtividade até uma dose de cerca de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Para as de ciclo médio, exceto a BRS Alvorada, a produtividade de grãos aumentou à medida que se elevou as doses de N.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M. P. Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado). Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e Fósforo. Piracicaba, 1987, 129p. (Boletim Técnico, 9)
- CARVALHO, G. J. de; OLIVEIRA, P. R. 5. de; SOARES, A. A. Efeito de diferentes níveis de nitrogênio nas características agrônômicas de quatro cultivares e uma linhagem de arroz irrigado (*Oryza saliva*L). *Ciência e Prática, Lavras*, v.19, n. 4, p.190-396, 1995.
- FAGERIA, N, K. Adubação e calagem. lli: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANTANA, E.P. (Ed). A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás; Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 329-353.
- GALHARDO, C.A. Requisitos, manejo de água Y fertilización nitrogenada em la variedad de arroz oryzica -3. Revista ICA, Palmirav, v. 28, p.193-20'4, 1993.
- SILVA, A.J; MELO, V.F; MEDEIROS, R.D. de. Limitações nutricionais para a cultura do arroz em solo de várzea do Estado de Roraima. 1. Efeito sobre características agrônômicas. In: FERTIBIO 98. Caxambu, 1998. Resumos. Lavras, IJFLA/SBCS/SBM. 1998. p. 562.

## EFEITO DO PARCELAMENTO DO NITROGÊNIO E DO POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM RORAIMA

MEDEIROS R. D.<sup>1</sup>, FERREIRA, G. B.<sup>2</sup>, CORDEIRO, A.C.C.<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** O cultivo do arroz de terras altas em Roraima é explorado por dois sistemas: o manual, praticado por pequenos produtores em área de mata alterada e

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Roraima, Caixa Postal 133, CEP69.301-970, Boa Vista,RR. Fone (95)3628-4903. e-mail: roberto@cpaffrr.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fertilidade do Solo, Embrapa Roraima

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética Vegetal, Embrapa Roraima



caracterizado pelo baixo uso de tecnologia e o mecanizado, que é praticado na área de cerrado por empresários com uso de tecnologia, normalmente visando a abertura das áreas e/ou a rotação com a soja. Os solos de cerrado são de baixa fertilidade e predominantemente arenosos, implicando na necessidade de estudos para verificar o melhor manejo para o aproveitamento dos fertilizantes pela cultura. Dados da literatura mostram que o nitrogênio e o potássio são elementos imprescindíveis para o arroz, porém em solos arenosos ocorre grandes perdas desses elementos principalmente por lixiviação e por escoamento superficial (Fageria e Baligar, 2005). Em Arroz de terras altas, em regiões sujeitas à deficiência hídrica e em solo descompactado, Stone e Silva (1998) têm recomendado o uso de 40 kg/ha N e parcelamento da adubação nitrogenada, aplicando 1/3 na semeadura e 2/3 no início da floração. Apesar de ser um nutriente passível de se acumular no solo, tendo deslocamento por difusão em solos de textura média a argilosa, o potássio tem sido fortemente lixiviado nas condições tropicais chuvosas, especialmente em solos arenosos, típicos do Cerrado, provocado transtorno no seu manejo. Santos et al. (1999) recomendam o parcelamento da adubação potássica em cultivos de arroz sob irrigação, especialmente sobre solos arenosos, pois isso aumenta o aproveitamento do adubo e sua resposta produtiva. Sob condições de solos arenosos e alta precipitação pluviométrica, como observado em Roraima, as perdas devem ser maiores, mas nenhuma pesquisa tem determinado sua magnitude ou meios de conviver com elas ou superá-las. O manejo adequado para evitar perdas dos nutrientes por lixiviação é parcelar o fertilizante por um maior número de aplicação e colocá-lo no solo nas épocas de maior demanda pela cultura bem como a utilização de cultivares mais eficientes. Para tanto esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada e potássica na produtividade de grãos de cultivares de arroz de terras altas cultivadas no cerrado de Roraima.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2005, em condições de sequeiro, no Campo Experimental água Boa, pertencente à Embrapa Roraima, no município da Boa Vista, RR. As coordenadas geográficas locais de referência são 2049'11"N de latitude, 60040'24" W de longitude e 90 m de altitude. O solo da área do é classificado como Latossolo Amarelo, apresentando, antes da implantação dos experimentos, as características químicas e físicas: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,3, MO = 14,5; P = 1,9 mg dm<sup>-3</sup>; K, Ca, Mg e Al = 0,03, 0,2, 0,1 e 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente; areia = 831, silte = 25 e argila = 144 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no esquema fatorial onde se testou 24 tratamentos com quatro repetições, totalizando 96 parcelas. Avaliou-se 3 cultivares de arroz de terras altas (BRS Primavera, BRS Bonança e BRS Liderança); dois níveis o parcelamento do potássio (K1 = 100% aplicado no plantio e, K2 = 50% no plantio e 50% em cobertura aos 45 dias após a emergência das plântulas dae); o nitrogênio parcelado em quatro aplicações (N1 = 75% de N no plantio e 25% em uma cobertura efetuada aos 45 dae; N2 = 50% de N no plantio e 50% dividido em duas coberturas aos 20 e 45 dae; N3 = 30% de N no plantio e 70% dividido em duas aplicações efetuadas aos 20 e 45 dae; e N4 = 10% no plantio e o restante dividido em três coberturas efetuadas aos 20, 45 e 60 dae., respectivamente. O solo foi corrigido com uma tonelada ha<sup>-1</sup> de calcário + 400 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples + 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12, incorporados ao solo 30 dias antes da semeadura da cultura com uma grade aradora. O preparo do solo constou de uma passada de grade aradora e duas gradagens niveladoras, efetuadas às vésperas do plantio. A adubação total constou de 90 kg de N + 126 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. O fósforo foi aplicado todo no plantio, utilizando-se o superfosfato triplo como fonte, enquanto o potássio (cloreto de potássio) e o nitrogênio (uréia) foram aplicados parte no plantio e/ou em cobertura conforme o tratamento testado. Avaliou-se a produtividade de grãos colhidos na área útil de cada parcela com o peso corrigido para 13% de umidade. Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F (P < 0,05) e as médias comparadas pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares de arroz em função do parcelamento das doses de potássio e do nitrogênio no cerrado de Roraima.

Cultivares / Parcelamento K	Parcelamento N				Média
	N1	N2	N3	N4	
Primavera	2001 a	1832 ab	1564 b	1749 ab	K1
Bonança	1565 ab	1377 b	1324 b	1831 a	
Liderança	1435 b	1580 b	1749 b	2340 a	
Médias N (K1)	1667 b	1579 b	1563 b	1973 a	1695 B
Primavera	2077 a	1436 b	1733 b	1599 b	K2
Bonança	1735 a	1913 a	2025 a	1958 a	
Liderança	2331 ab	2233 b	2185 b	2635 a	
Médias N (K2)	2048 a	1860 b	1981 ab	2064 a	1988 A

Cv = 9,6%

K1 = 100% do potássio aplicado no plantio; K2 = 50% do potássio aplicado no plantio e 50% aplicado em cobertura aos 45 dias após a emergência das plântulas (d.a.e). N1 = 75% do nitrogênio aplicado no plantio e 25% em cobertura aos 45 d.a.e.; N2 = 50% do no plantio e o restante dividido em duas aplicações efetuadas aos 20 e 45 d.a.e.; N3 = 30% do no plantio e o restante em duas coberturas efetuadas aos 20 e 45 d.a.e.; N4 = 10% no plantio e o restante dividido em três coberturas efetuadas aos 20, 45 e 60 d.a.e. respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si no nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A produtividade de grãos de arroz foi influenciada estatisticamente pelos cultivares, o parcelamento do nitrogênio e do potássio bem como pela interação entre estes fatores cujas médias são mostradas na Tabela 2. Analisando-se o efeito do potássio, verifica-se que o parcelamento desse elemento de modo geral, favoreceu a produtividade de grãos de todos os cultivares, independentemente do parcelamento do nitrogênio, cuja média (1998 kg ha<sup>-1</sup>) alcançada com a aplicação de 50% de K no plantio e 50% em cobertura foi 17% superior à média (1695 kg ha<sup>-1</sup>) obtida com a aplicação total de K plantio. Esse aumento da produtividade de grãos com o parcelamento do K se deve ao melhor aproveitamento do mesmo pelas plantas, presumivelmente pela minimização do teor salino no solo, na fase inicial de desenvolvimento da cultura causada pela dose total do K aplicada nos sulcos de plantio, bem como pela redução das perdas de K por lixiviação propiciada pela textura do solo e pelas altas precipitações pluviométricas, ocorridas durante a execução do experimento. Assim, esse resultado corrobora com Fageria (1998) o qual recomenda para solos arenosos, o parcelamento de potássio: 50% no plantio e 50% em cobertura juntamente com o nitrogênio. Com relação aos efeitos do parcelamento do nitrogênio, sobre a produtividade de grãos dos cultivares sob a aplicação de diferentes parcelamento de potássio, observa-se que houve comportamento diferenciado em função do cultivar. Para a BRS Primavera cultivada no solo com 100% do K aplicado na fundação, a utilização de 75% de N no plantio e 25% em cobertura (N1), proporcionou a maior produtividade de grãos, cuja média (2001 kg ha<sup>-1</sup>) foi 27% superior à alcançada sob N3 (1564 kg ha<sup>-1</sup>) que por sua vez, não difere estatisticamente das alcançadas sob N2 e N4 (1832 e 1749 kg ha<sup>-1</sup>) respectivamente. Também no caso onde a dose de K foi parcelado, o N1 favoreceu a produtividade de grãos, superando em cerca de 44%, 20% e 30%, o rendimento atingido com o parcelamento N2, N3 e N4, respectivamente. Quanto à cultivar BRS Bonança, plantada no solo com a adubação potássica feita 100% no plantio, verifica-se que a aplicação do N em três coberturas (N4) favoreceu a produtividade de grãos, obtendo-se média de 1831 kg ha<sup>-1</sup> que foi estatisticamente igual à alcançada sob o N1 (1565 kg ha<sup>-1</sup>) e cerca de 33% e 38% maior que os valores médios obtidos com o N2 e N3, respectivamente. Contudo na área onde o K foi aplicado metade no plantio e a outra em cobertura não houve influência, significativa do parcelamento do N sobre a produtividade de grãos cujas médias não diferiram entre si. Isto é, o parcelamento do K favoreceu o aproveitamento do N, resultando no incremento da produtividade de grãos independentemente do parcelamento do nitrogênio. No caso da cultivar BRS Liderança, o parcelamento da adubação nitrogenada em três coberturas (N4) também favoreceu a

produtividade de grãos independentemente do parcelamento do K. Porém o efeito foi mais evidente na área com 100% do potássio aplicado no plantio. Nesta, o rendimento de grãos foram crescentes à mediada que se aumentou o número de aplicações da adubação nitrogenada em cobertura. Esses resultados, de modo geral, mostram a necessidade de se ajustar o parcelamento do N em função do tipo de solo e do ciclo da cultivar: cultivares de ciclo curto como a Primavera uma única aplicação em cobertura é suficiente. Por outro lado, para as cultivares de ciclo mais longo como Liderança, deve-se parcelar o nitrogênio em até três aplicações em cobertura, pois além de proporcionar maior produtividade de grãos, observou-se que as plantas permaneceram mais verdes até o final de ciclo o que lhes conferem maior resistência ao acamamento.

**CONCLUSÕES:** Considerando as doses de N e de K utilizadas, o parcelamento da adubação com potássio aumenta a produtividade de grãos das cultivares testadas. Para a cultivar BRS Primavera, a adubação nitrogenada deve ser aplicada 75% no plantio + 25% em cobertura. Na cultivar BRS Liderança, a aplicação de 10% N no plantio e o restante dividido em três aplicações em cobertura favoreceu a produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Lowland rice response to nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.32, n.9-10, p.1405-1429, 2001.
- FAGERIA, N. K. **Manejo da calagem e adubação do arroz.** In: BREZEGHELLO, F, STONE, L. F. Tecnologia para arroz de Terras altas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 1998. p. 67-78.
- STONE, L.F.; SILVA, J.G. da. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.6, 1998. p.891-897.
- SANTOS, A.B. dos; FAGERIA, N.K.; STONE, L. F.; SANTOS, C. Manejo de água e de fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.34, n.4, p.565-573, abr. 1999.

## ESTUDO DAS PROTEÍNAS DE RESERVA EM VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DO MARANHÃO

ARAÚJO, E.S.<sup>1</sup>, SOARES, A.P.<sup>2</sup>; ANGELO, A.O.<sup>3</sup>; SOUZA, S.R.<sup>4</sup>, FERNANDES, M.S.<sup>5</sup>

**INTRODUÇÃO:** As proteínas dos cereais correspondem a mais da metade da produção de proteína total do mundo (Lásztity, 1986). Na Ásia, aproximadamente 80% da população alimenta-se basicamente de arroz (Furukain et al. 2003 e Yokoyama et al., 1999). A proteína do arroz é de boa qualidade porque contém os oito aminoácidos essenciais ao organismo humano e, quando combinada com leguminosas, como o feijão ou proteína animal, torna-se uma fonte proteica ainda mais valiosa. As proteínas de reserva do arroz são classificadas como proteínas do endosperma (prolaminas e glutelinas), mas existe a contribuição de outras proteínas como as globulinas e albuminas, que são metabolicamente ativas e participam na formação de proteínas das membranas, ribossomos e de sistemas reguladores de outras proteínas (Lásztity, 1986). A proporção de cada fração no grão de

<sup>1</sup> Bióloga, Doutora em Agronomia - Ciência do Solo, UFRuralRJ, BR 465 km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. Fone (98) 3237-7095. [elis\\_sa@bol.com.br](mailto:elis_sa@bol.com.br)

<sup>2</sup> Graduanda em agronomia, estagiária, Dep. Solos/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

<sup>3</sup> Graduanda em agronomia, bolsista do CNPq, Dep. Solos/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Professora Adjunta IV, Dep. Química/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto IV, Dep. Solos/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

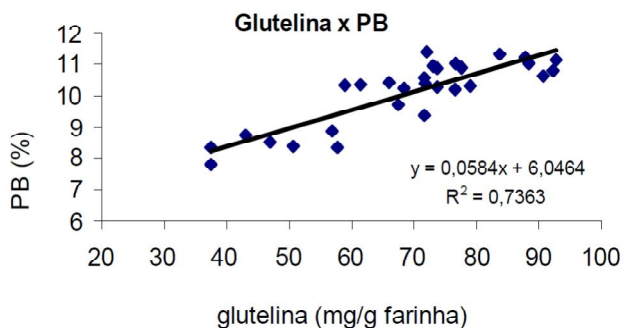
arroz integral está dentro dos seguintes limites: albumina + globulina 3,0 a 30,9 %, prolamina 1,6 a 20,6 % e glutelina 55 a 88,1 % (Lásztity,1986). Apesar do arroz possuir um teor de proteína relativamente baixo, ele é rico em lisina quando comparado a outras fontes protéicas. Ressaltando, que a lisina é um dos principais limitantes em proteínas de reserva em cereais e a sua concentração, caracteriza o valor biológico do cereal. (Egum, 1979). A seleção de variedades para o melhoramento, tomando como base às características de produção, resistência e qualidade nutricional adaptada à sua região tradicional de cultivo, certamente resultará numa contribuição inestimável para a agricultura no país. O Objetivo do trabalho foi determinar o teor das proteínas de reserva: Albumina + Globulina, Prolamina e Glutelina de variedades locais de arroz do Maranhão .

**MATERIAL E MÉTODOS:** As sementes de arroz analisadas nesse trabalho foram colhidas num experimento realizado em casa de vegetação no Departamento de Solos da UFRuralRJ no período de novembro a junho de 2003 (De Biase,2004). As determinações foram realizadas com quatro repetições para cada amostra. - Proteína Bruta (PB): o teor de proteína bruta (PB) foi determinado pela técnica de digestão sulfúrica (Tedesco, 1995) em amostras de 20 grãos descascados manualmente. O resultado de cada amostra foi multiplicado por 5,95, fator baseado em 16,8% de N da glutelina que é a principal proteína de reserva do arroz (Juliano, 1985). -Extração seqüencial das frações protéicas (Osborne, 1924, adaptado por Araújo 2006): os grãos foram descascados, moídos e transformados em farinha até atravessarem uma peneira de 60 mesh. Depois, cerca de 0,1g de farinha foi transferido para um microtubo de centrífuga com capacidade para 2mL. - Albumina + Globulina: a farinha ficou em contato com 1 mL da solução 0,5M NaCl em agitação durante 30 minutos e depois centrifugada a 10 000g. O sobrenadante foi reservado e novamente repetiu-se o processo. -Prolamina: ao resíduo da extração anterior foi adicionado 1mL da solução 60% 2-propanol que ficou sob agitação durante 45 minutos e depois centrifugada a 10 000g. O sobrenadante foi reservado e novamente repetiu-se o processo. -Glutelina: ao resíduo derivado da extração das prolaminas foi adicionado 1mL da solução 0,25% NaOH que ficou sob agitação durante 60 minutos e depois centrifugada a 10 000g. O sobrenadante foi reservado e o processo foi repetido mais duas vezes. Os sobrenadantes extraídos após centrifugação foram armazenados em temperatura de -25°C e a determinação do teor de proteínas feita segundo Bradford (1976).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para o teor de PB determinado no grupo das 20 variedades locais de arroz do Maranhão, a variedade Bacabinha Roxa (220005) foi a que apresentou o maior valor (11,39%) e a Lageado (220001) o menor valor com 7,8% (Tabela 1). As variedades de nome "Lageado" que têm características fenotípicas semelhantes às melhoradas e grãos do tipo longo e fino, destacaram-se por apresentarem os menores teores de PB (Tabela 1). Na extração seqüencial das proteínas de reserva, as primeiras frações correspondentes à albumina e globulina tiveram as variedades Lageado sem pêlo (220018) e Canela de ferro (220025) com 1,46 e 2,61% do total de PB. Essas proteínas são acumuladas principalmente durante a divisão celular e requerem mais energia para a sua síntese pois são compostas por aminoácidos essenciais, por isso são encontrados baixos valores para elas (Souza 1993). A proteína prolamina teve valores superiores nas variedades de nome "Lageado", talvez pelo fato destas variedades pertencerem ao grupo Indica, pois de acordo com estudos de Hibino et al. (1989), a prolamina em arroz das variedades do grupo Japonica é cerca de 20% no grão enquanto as do grupo Indica cerca de 30%. Para a principal proteína de reserva em arroz, a glutelina observa-se que para as variedades com maior teor de PB também há um maior acúmulo de glutelina, apresentando uma correlação positiva, o que já é observado na literatura (Souza, 1996 e Araújo, 2002 e 2006). Estes autores ainda concluíram que a determinação de PB pelo método simplificado de N-Kjeldahl já é suficiente para a avaliação do valor nutritivo da proteína do grão de arroz. Dessa forma, os resultados encontrados demonstram que o aumento de PB é acompanhado pelo aumento da glutelina, ou seja, o teor de PB pode ser uma forma de avaliação da qualidade nutricional do arroz.

**Tabela 1.** Frações protéicas das variedades locais de arroz do Maranhão.

Variedades	Acesso	PB (%)	Alb + Glob (%)	Prol (%)	Glut (%)
Bacabinha roxa	220005	11,39	2,32	0,575	8,50
Pingo d'água	220019	11,33	2,54	0,562	8,22
Zebu	790028	11,23	2,52	0,535	8,18
Jatobá	220012	11,14	1,86	0,438	8,84
Bacaba	790098	11,04	2,53	0,538	7,96
Zebu Branco	220028	10,95	2,36	0,636	7,95
Bacabinha	220027	10,87	2,41	0,452	8,01
Pingo d'água	220026	10,57	2,02	0,477	8,07
Pingo d'água	790148	10,42	2,18	0,572	7,67
Zebu Branco	220017	10,39	2,35	0,414	7,62
Canela de ferro	220025	10,34	2,61	0,474	7,26
Zebu Branco	220004	10,33	2,13	0,412	7,79
Bacaba comprido	220021	10,28	2,09	0,363	7,83
Canela de ferro	790164	9,98	2,31	0,477	7,19
Jatobá	790165	9,72	2,70	0,478	6,54
Bacabinha	790157	8,73	1,80	0,324	6,61
Lageado	220006	8,52	2,15	0,595	5,77
Lageado sem pêlo	220018	8,34	1,46	0,63	6,25
Lageado liso	220029	8,34	2,20	0,748	5,39
Lageado	790001	7,80	2,20	0,672	4,92

**Fig. 1.** Relação entre PB e Teor de glutelina nos grãos de arroz do Maranhão.

O entendimento da herança genética relacionada ao controle do teor de proteína ainda não é claro sobre o controle do teor da glutelina. Por isso, o estudo desta proteína no arroz, não é importante apenas para o entendimento da expressão do seu gene, mas também para o aumento do valor nutricional da proteína no grão que serve de alimento para mais da metade da população do mundo (Kim e Wu, 1990).

**CONCLUSÕES:** Os resultados dos teores de proteína bruta e das proteínas de reserva nos grãos de cada variedade de arroz mostram a estreita relação entre glutelina e proteína bruta ou seja o aumento no teor de glutelina está relacionada a um aumento na qualidade do grão como foi observado por Souza et al (1993). A variedade Lageado apresentou os maiores valores de prolamina e menores valores de glutelina o que é uma característica indesejável, acredita-se que a temperatura tenha influencia sobre esse parâmetro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADFORD, M.M. Rapid and sensitive method quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-bindin. *Anal. Biochem.* 72:248-254, 1976.
- HIBINO, T., de Boer, A. D., Weisbeek, P. J. & Takabe, T. (1989) *Biochim. Biophys. Acta* 1058, 107-112.

EGGUM, B. O. The nutritional value of rice in comparison with other cereals. Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. IRRI, Los Baños, Philipinas, 1979.

TEDESCO, J. M.; Gianello, C.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 174p. 1998.

YOKOYAMA, P. L.; Rucatt, G. E.; Kluthocouski, J. Economia da Produção: Conjuntura, mercado e custos. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. (eds.). A cultura do arroz no Brasil. Embrapa Arroz e feijão, p. 36-57, 1999.

SOUZA, S.R. Teor e qualidade das proteínas do arroz com aplicação foliar e no solo de URAN. Instituto de Agronomia. *Dissertação*, 98p., UFRRJ. 1990.

AREIAS, Rogeria Gregio De Biase Martins. Análise da divergência genética em 20 acessos de arroz do Maranhão através de marcadores morfológicos, metabólicos e moleculares. *Dissertação*. 78p. UFRRJ, Seropédica,. 2004.

ARAÚJO, E. S. Diversidade genética e acúmulo de proteína de reserva em arroz da Baixada Maranhense-MA. *Dissertação*. 60p. UFRRJ, Seropédica, 2002.

LÁSZTITY, R. The chemistry of cereal proteins. CRC press Inc. Boca Raton, Flórida, 1986, 203p.

## SELEÇÃO E TREINAMENTO DE PAINEL SENSORIAL PARA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CULTIVARES DE ARROZ

LIMA<sup>1</sup>, C. H. A. M. DE, COBUCCI<sup>2</sup>, R. DE M. A. C., BASSINELLO<sup>3</sup>, P. Z., BRONDANI<sup>4</sup>, C., COELHO<sup>5</sup>, N. R. A.

**INTRODUÇÃO:** As características determinantes da qualidade do grão de arroz refletem-se diretamente no valor do produto no mercado e no grau de aceitação pelo consumidor. A definição de um arroz como sendo de boa ou má qualidade é grandemente influenciada pelas preferências e /ou necessidades do consumidor e, quando essas preferências diferem, o mesmo produto pode ser julgado como bom e adequado por um grupo e totalmente inadequado por outro (Vieira et al., 1999). A análise sensorial é uma ferramenta que permite a quantificação dos atributos de maior importância na qualidade culinária do arroz, por meio da utilização de uma equipe de provadores selecionados e treinados para este fim, elegendo aquelas linhagens mais promissoras. Os testes discriminativos são testes analíticos que determinam se existe diferença perceptível entre as amostras. São muito usados para seleção e monitoramento de equipe (Ferreira et. al., 2000). O método triangular é o teste mais comumente utilizado, onde três amostras codificadas são apresentadas simultaneamente aos provadores, sendo duas delas idênticas (Chaves & Sproesser, 2002). Os resultados de um teste sensorial pelo método triangular indicam se há diferença perceptível entre duas amostras, a um determinado nível de probabilidade, verificando assim a acuidade sensorial do candidato; o critério de aceite considerado é o acerto em 50 a 60% (Faria & Yotsuyanagi, 2002). O objetivo deste trabalho foi selecionar e treinar um painel de provadores préselecionados para avaliar diferentes cultivares de arroz.

1 Engenheira de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO. Fone (62) 35332182. Email: chalimaengeali@gmail.com

2 Prof. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

3 Pesquisador Doutor em Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

4 Pesquisador Doutor em Biologia Molecular, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

5 Prof. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Utilizaram-se as cultivares de arroz de terras altas BRS Primavera e Aimoré, a linhagem de sistema irrigado CNAi 8502 e uma amostra comercial de arroz parboilizado; água destilada, copos e pratos descartáveis e biscoito de água e sal *cream cracker*. Para o recrutamento dos candidatos, foi utilizado um questionário distribuído a estagiários, estudantes de pós-graduação e funcionários da Embrapa Arroz e Feijão, de diferentes áreas, após reunião de sensibilização da equipe, sendo as respostas analisadas, posteriormente, pelo responsável do treinamento. Os candidatos foram avaliados principalmente quanto à disponibilidade em participar do treinamento entre outras questões de interesse sobre hábitos e comportamento. Com os candidatos pré-selecionados por meio do questionário, realizou-se o teste triangular para avaliar a sua capacidade em discriminar as amostras. Foram feitas quatro repetições do teste, em dias alternados, utilizando-se, neste caso, apenas as amostras de arroz Aimoré e BRS Primavera, cozidas em panela semi-industrial *Golden Kitchen* conforme Bassinello et. al. (2004). Foram aplicados 25 minutos de cozimento para BRS Primavera (A) e 30 minutos para Aimoré (B). Apresentou-se aos julgadores um triângulo de cada vez, com aproximadamente 18g de amostra cozida devidamente codificada com números aleatórios de três dígitos em arranjos balanceados (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB) e servida à 45°C. Os provadores foram informados de que duas amostras eram iguais e uma era diferente, e foram solicitados a analisarem e identificarem na ficha a amostra diferente. Solicitou-se ainda que os provadores enxaguassem a boca após cada degustação e comessem um biscoito *cream cracker* para que fosse feita a limpeza do palato. Durante as 14 sessões de treinamento, foram discutidos os atributos anteriormente definidos dentro de uma escala de sete pontos para pegajosidade e textura. A avaliação do desempenho da equipe treinada foi realizada em três repetições para cada atributo. As amostras foram apresentadas de forma monádica. Para avaliar o desempenho do provador, utilizou-se análise de variância, com duas fontes de variação (amostras e repetições), para cada provador. Os dados foram tabulados com os valores das notas de cada provador para cada uma das três amostras em teste (que correspondiam a três pontos diferentes da escala de atributos), nas três repetições. Para a avaliação do poder de consenso com a equipe, utilizou-se análise de variância de dois fatores (amostras e provador), sendo os dados tabulados com os valores médios das notas de cada provador para cada uma das três amostras, obtidos nas três repetições. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando programas do pacote estatístico SAEG.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Responderam ao questionário 14 candidatos previamente recrutados. Nesta etapa, um provador foi eliminado por apresentar algumas limitações como falta de tempo, ser fumante e ter deixado claro seu desinteresse no assunto. O painel ficou, então, com 13 provadores na faixa etária de 18 a 50 anos, todos não fumantes e nenhum estava ingerindo medicamentos ou apresentava alguma doença que pudesse influenciar nas análises. Durante as quatro repetições realizadas para o teste triangular, 61,5% dos provadores foram mais assíduos. Após as quatro seleções ocorridas, deveriam ser selecionados os provadores que atingissem no mínimo 50% de acerto. Os provadores 2, 4, 8, 9, 10 e 11 apresentaram-se dentro da margem sugerida, tendo sido selecionados. Os provadores 1, 6 e 7 compareceram às quatro repetições e não atingiram a porcentagem de acertos esperada; os provadores 3 e 12 somaram três presenças e uma falta com um resultado de 25% de aproveitamento, o que também está abaixo do esperado; o provador 5 participou apenas de uma repetição com 25% de acerto. Esta porcentagem está relacionada ao seu número de presenças, uma vez que não se pode atribuir-lhe erros nas três outras sessões, nas quais, na realidade, esteve ausente e, o provador 13 apresentou três faltas, uma presença e aproveitamento nulo. Os provadores 1, 5 e 12 apresentaram dificuldade de se concentrarem e não obtiveram a porcentagem mínima de acertos, enquanto os outros provadores 3, 6, 7, 12, e 13, mesmo não obtendo a porcentagem de acertos esperada, apresentaram além de interesse, uma capacidade especial em se concentrar e demonstraram motivação para a etapa seguinte. Com base nesse novo critério de avaliação, onde o interesse e a capacidade de concentração tornaram-se qualidades determinantes, visto que o número de provadores disponíveis para a seleção era pequeno,

eliminaram-se apenas os provadores 1, 2, 5 e 12 não mais pela porcentagem de acertos e sim pela ausência dessas mesmas qualidades, que por estarem muito evidentes nos outros provadores possibilitaram a sua permanência na etapa seguinte, totalizando nove provadores selecionados para compor o painel de treinamento. Para os dois atributos (pegajosidade e textura) conforme tabelas 1 e 2, o  $F_{\text{provedor}}$  foi não significativo ao nível de 5% de probabilidade, indicando consenso na equipe, ou seja, não houve diferença nas respostas. O  $F_{\text{amostras}}$  foi altamente significativo, indicando que a equipe percebeu a diferença entre as amostras. Todos os provadores, com exceção do provador 6, apresentaram poder de discriminação para pegajosidade, com o  $F_{\text{amostras}}$  significativo na análise de variância para este atributo, o que indica que os provadores perceberam que há diferença entre as amostras. Para as repetições, todos os provadores, também com exceção do 6, apresentaram bom poder de reprodutibilidade apresentando  $F_{\text{repetições}}$  não significativos, o que indica que não houve diferença nas respostas desses provadores nas diferentes repetições (Tabela 3). Todos os provadores, exceto os provadores 1 e 4 (tabela 3) apresentaram poder de discriminação para textura, com o  $F_{\text{amostras}}$  significativo na análise de variância para este atributo, o que indica que aqueles provadores perceberam diferença entre as amostras. A maioria dos provadores apresentou poder de reprodutibilidade, com  $F_{\text{repetição}}$  não significativo. Exceção é feita aos provadores 1 e 6, os quais apresentaram um  $F_{\text{repetição}}$  significativo, indicando que estes provadores não possuem reprodutibilidade nos seus resultados. Os provadores com baixo desempenho deverão ser retreinados e reintegrados ao painel.

**Tabela 1.** ANOVA para desempenho da equipe no atributo pegajosidade.

Fontes de variação	G.L	S.Q	Q.M	F	SIGNF.
Amostra	2	19,6672	9,831359	31,768*	0,00000
Provedor	8	1,417074	0,1771343	0,572ns	*****
Resíduo	16	4,951548	0,3094718		

\* Teste F: significativo a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** ANOVA para desempenho da equipe no atributo textura.

Fontes de variação	G.L	S.Q	Q.M	F	SIGNF.
Amostra	2	56,7088889	28,35444	216,952*	0,00000
Provedor	8	1,006667	0,1258333	0,963ns	*****
Resíduo	16	2,091111	0,1306944		

\* Teste F: significativo a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Resultados de F por provedor para os atributos pegajosidade e textura\*.

Provedor	Poder Discriminativo		Repetibilidade	
	Pegajosidade	Textura	Pegajosidade	Textura
1	Satisfatório	Insatisfatório	Sim	Não
2	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim
3	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim
4	Satisfatório	Insatisfatório	Sim	Sim
5	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim
6	Insatisfatório	Satisfatório	Não	Não
7	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim
8	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim
9	Satisfatório	Satisfatório	Sim	Sim

\* Satisfatório: corresponde a um F significativo; o provedor percebeu a diferença entre as amostras; Insatisfatório: corresponde a um F não significativo, o provedor não percebeu a diferença entre as amostras; Sim: corresponde a um F não significativo; o provedor teve repetibilidade nos seus resultados; Não: corresponde a um F significativo; o provedor não teve repetibilidade nos seus resultados.



**CONCLUSÕES:** Dado o número pequeno de provadores, a etapa de seleção (teste triangular) não se aplicou conforme critérios da literatura, podendo ter sido eliminada, já que os provadores foram selecionados por outros critérios de avaliação. Apenas 66,67% dos provadores selecionados e treinados mostraram-se aptos para discriminação e reprodutibilidade nos testes, confirmando a necessidade de se partir de um número inicial razoavelmente expressivo de provadores.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSINELLO, P.Z.; ROCHA, M.S.; COBUCCI, R.M.A.; **Avaliação de Diferentes Métodos de Cocção de Arroz de Terras Altas para Teste Sensorial.** Comunicado Técnico 84. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás.-GO. Dezembro, 2004.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas.** Viçosa: UFV, 2002.

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas – SP. 2002.

FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos.** Manual Série Qualidade; SBCTA, 1ª Edição, 2000. 117p.

VEIRA, N.R.A.; SANTOS, A.B.; SANTANA, E.P.; **A Cultura do Arroz no Brasil.** Santo Antonio de Goiás - GO. Embrapa Arroz e Feijão. 1999.

## EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA REDUÇÃO DA QUANTIDADE DE FUNGOS EM FARELO DE ARROZ

OLIVEIRA, M.G.C.<sup>1</sup>, SILVA-LOBO, V. L.<sup>2</sup>, BASSINELLO, P.Z.<sup>2</sup>, RINALDI, M.M.<sup>3</sup>, CARMO, E.J.S<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** O farelo é um dos principais subprodutos do beneficiamento do arroz e o seu aproveitamento como suplemento alimentar constitui um importante recurso alimentício para a população humana. Várias pesquisas têm sido conduzidas para uma melhor avaliação de seu potencial, dado seu elevado conteúdo em nutrientes. Embora importante para a alimentação humana, o farelo comercial apresenta contaminantes usuais devido à presença de uma alta população de microorganismos como fungos, incluindo esporos resistentes ao calor, capazes de produzir lipases e micotoxinas que possibilitam a sua rancificação desfavorecendo o seu uso na alimentação (Farelo..., 1999). A presença de microorganismos em índices elevados nos alimentos pode fornecer várias informações, tais como, condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ou estocagem, matéria-prima com contaminação excessiva (Siqueira, 1995). Os fungos, bolores ou mofos podem, pela sua ação direta, ocasionar vários problemas aos produtos armazenados, além de abrir caminho para outros agentes de deterioração como leveduras, bactérias e insetos. O armazenamento em ambientes inadequados aliado à alta umidade e temperatura podem ser fatores que favorecem ainda mais a contaminação do farelo e/ou a multiplicação dos microorganismos nele presentes. A avaliação da presença de fungos no farelo de arroz é de grande importância, possibilitando verificar a qualidade da matéria-prima obtida após o

<sup>1</sup> Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Caixa postal 179, CEP 75375000. Anápolis, GO. Fone (62) 3533-2189. E-mail: marciagcoliveira@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, St. Antônio de Goiás, GO.

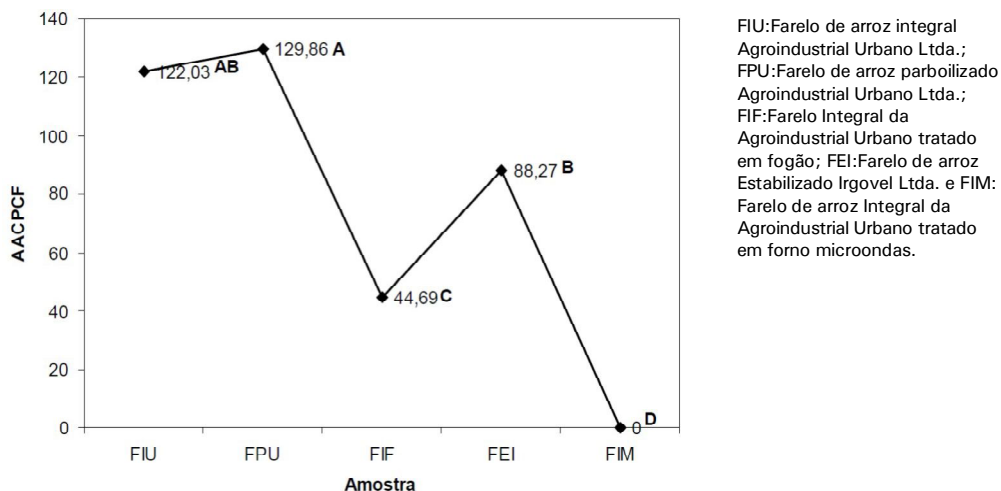
<sup>3</sup> Profª Doutora, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO.

<sup>4</sup> Estudante de Biologia, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO.

beneficiamento do arroz. Este trabalho teve por objetivo avaliar a quantidade total de fungos existentes em farelo de arroz, em cinco tempos distintos de armazenamento e submetidos a diferentes tratamentos térmicos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As amostras de farelo de arroz foram gentilmente cedidas pelas agroindústrias Irgovel - Indústria Rio Grandense de Óleos Vegetais Ltda. (Pelotas/RS) e Agroindustrial Urbano Ltda. (Sinop/MT). Estas amostras foram divididas em subamostras, as quais foram submetidas a diferentes tratamentos térmicos, como: Amostra 1 (FEI)- amostra de farelo de arroz estabilizada recebida na forma de pellets, proveniente da indústria Irgovel Ltda. Para a análise da presença de fungos, esta amostra foi triturada em moinho analítico IKA A11 BASIC, para que a mesma se apresentasse nas mesmas condições físicas que as outras amostras. A amostra de farelo de arroz integral obtida da Agroindustrial Urbano Ltda. foi dividida em três subamostras sendo: Amostra 2 (FIU)- farelo de arroz integral; Amostra 3 (FIF)- farelo de arroz tratado em fogão, em panela de aço inox (marca Tramontina), por seis minutos em chama baixa, a aproximadamente 80°C; Amostra 4 (FIM)- farelo de arroz tratado em forno microondas, em potência média por seis minutos, sendo homogeneizada a cada dois minutos. Amostra 5 (FPU)- farelo de arroz parboilizado, proveniente da Agroindustrial Urbano Ltda., estabilizado pelo processo de beneficiamento da indústria. As amostras, num total de cinco, foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos, lacradas e armazenadas a uma temperatura média de 27,12°C ( $\pm 1,64^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa do ar média de 54,55% ( $\pm 7,71\%$ ) por um período de 30 dias. Aos 0, 5, 10, 15 e 30 dias de armazenamento foram feitas a análise microbiológica, visando a quantificação dos fungos presentes nas amostras de farelo de arroz. Estas amostras foram diluídas em solução salina peptonada (1%) e inoculadas em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) acidificado com ácido tartárico(10%), utilizando-se o método de plaqueamento em profundidade (Silva et al., 2001). Após a inoculação e a solidificação do meio de cultura, as placas de Petri foram incubadas a 25°C, por 72 a 120 horas, sendo as avaliações realizadas após este período, contando-se o número de colônias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram transformados em  $\log(x + 1)$  e submetidos à análise de variância. Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama de farelo (UFC.  $\text{g}^{-1}$ ).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O melhor tratamento de estabilização do farelo de arroz, foi aquele em que a amostra foi tratada em forno microondas (FIM), seguido pelo tratamento em fogão (FIF). Na amostra FIM não se observou nenhum crescimento de fungos, em nenhum dos tempos em que a amostra foi avaliada, ao contrário das amostras FPU (parboilizado) e FIU (integral), onde se verificaram os maiores números de fungos totais (Tabela 1, Figura 1). De modo geral, tanto na análise da área abaixo da curva de progresso de crescimento de fungos (AACPCF), quanto na análise realizada nos diferentes tempos de armazenamento, as amostras FPU e FIU apresentaram maior população de fungos, o que desfavorece a qualidade do farelo, diminuindo a sua vida útil e desclassifica-o para o consumo humano. Ao contrário, o tratamento do farelo em fogão ou em forno microondas, diminui ou eliminou a presença de fungos nas amostras, aumentando a vida útil deste farelo, armazenado sob condições ambientais. A ausência de fungos no farelo tratado em forno microondas, se deve-se ao efeito da alta temperatura a que foi submetido, e das radiações emitidas por este equipamento. A presença de fungos no farelo de arroz é indesejável, pois quando presentes, alguns deles podem produzir micotoxinas (ICMSF, 1981). Os resultados apontam a necessidade de se tratar o farelo de arroz, imediatamente após o beneficiamento, evitando a proliferação destes microrganismos e visando ainda o aumento da vida útil ou tempo de prateleira deste subproduto do arroz. FIU:Farelo de arroz integral Agroindustrial Urbano Ltda.; FPU:Farelo de arroz parboilizado Agroindustrial Urbano Ltda.; FIF:Farelo Integral da Agroindustrial Urbano tratado em fogão; FEI:Farelo de arroz Estabilizado Irgovel Ltda. e FIM: Farelo de arroz Integral da Agroindustrial Urbano tratado em forno microondas. Figura 1: Área abaixo da curva do progresso de crescimento de fungos (AACPCF) em farelos de arroz submetidos a diferentes tratamentos térmicos.



**Figura 1.** Área abaixo da curva do progresso de crescimento de fungos (AACPCF) em farelos de arroz submetidos a diferentes tratamentos térmicos.

**Tabela 1.** Fungos totais em farelos de arroz submetidos a diferentes tratamentos térmicos e avaliados em cinco épocas distintas. Santo Antônio de Goiás, 2006.

Amostra	T0	T5	T10	T15	T30
FIU	7,3 X 103 b	8,6 X 103 a	1,3 X 104 b	1,1 X 104 c	1,8 X 104 a
FPU	2,5 X 104 a	1,5 X 104 a	1,9 X 104 b	2,5 X 104 b	2,3 X 104 a
FIF	0 d	1,3 X 103 b	1,0 X 102 c	0 d	1,0 X 103 b
FEI	1,6 X 102 c	1,0 X 103 b	7,0 X 104 a	2,0 X 103 a	4,6 X 102 b
FIM	0 d	0 c	0 d	0 d	0 c
CV(%)	8,79	4,76	4,31	2,95	5,72

FIU: Farelo de arroz Integral Agroindustrial Urbano Ltda.; FPU: Farelo de arroz parboilizado Agroindustrial Urbano Ltda.; FIF: Farelo de arroz Integral da Agroindustrial Urbano tratado em fogão; FEI: Farelo Estabilizado Irgovel Ltda. e FIM: Farelo Integral da Agroindustrial Urbano tratado em forno microondas.

**CONCLUSÕES:** O farelo de arroz integral que não recebeu nenhum tratamento apresentou uma carga microbiana (fungos totais) muito superior àquela apresentada pelos farelos que receberam algum tipo de tratamento, seja industrial, como o estabilizado, ou caseiro, como o feito em forno microondas ou fogão. O tratamento do farelo de arroz no forno microondas foi o mais eficiente. O farelo submetido ao tratamento térmico no fogão, apresenta resultados satisfatórios, mas é menos eficiente do que aquele apresentado pelo tratamento no forno microondas, todavia é uma alternativa quando não se dispõe deste equipamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FARELO E ÓLEO DE ARROZ. 1999. © Copyright 1999. Aboissa Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/arroz/>>. Acessado em: 01/02/2006.

International Commission on Micro-Biological Specifications for Foods. 1981.

**Microorganismos de los alimentos: técnicas de análisis microbiológicas.** Zaragoza: Acribia.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317p.

SIQUEIRA, R. S. de. 1995. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: Embrapa, 159p.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Dr. Paulo Hideo Rangel Nakano (Embrapa Arroz e Feijão) pela colaboração. À Universidade Estadual de Goiás e ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica - CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

## AVALIAÇÃO DE MEIOS DE CULTURA PARA QUANTIFICAÇÃO DE FUNGOS EM FARELO DE ARROZ

CARMO, E.J.S<sup>1</sup>, SILVA-LOBO, V. L<sup>2</sup>, BASSINELLO, P.Z.<sup>2</sup>, RINALDI, M.M.<sup>3</sup>, OLIVEIRA, M.G.C.<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** Pesquisas no Brasil e em diversos outros países têm sido conduzidas buscando avaliar o potencial do farelo de arroz, produto rico e abundante, para a alimentação humana quando a maioria da sua utilização tem sido para a alimentação animal. Alimentos armazenados são excelentes para a proliferação de fungos, principalmente em países onde os princípios básicos de secagem adequada e armazenamento correto, ainda são desconhecidos ou desprezados (Fonseca, 2005). Os fungos, bolores ou mofos podem, pela sua ação direta, ocasionar vários problemas aos produtos armazenados. As micotoxinas constituem-se em grupo de compostos tóxicos produzidos por fungos que crescem sob condições favoráveis em substratos variados. Cereais e sementes oleaginosas são freqüentemente afetadas por estes metabólitos secundários de fungos, durante a colheita, armazenamento e industrialização. Cerca de 25% do suprimento alimentar mundial é contaminado por micotoxinas. Entre os fatores ambientais que determinam a contaminação destacam-se o excesso de umidade no campo e no armazenamento, temperaturas extremas, estiagem, práticas de colheita e infestação por insetos. Entre os inúmeros fungos, os gêneros comumente envolvidos na produção de micotoxinas em grãos oleaginosos e cereais estão *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Claviceps* (Micotoxinas, 2005). Como o farelo de arroz apresenta uma contaminação por fungos desconhecida, este trabalho visa avaliar e selecionar o melhor meio de cultura para a quantificação de fungos presentes em farelo de arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi utilizada amostra de farelo de arroz integral, proveniente da Agroindustrial Urbano Ltda (Sinop/MT). A amostra foi preparada seguindo-se a metodologia de Siqueira (1995). Os meios de cultura utilizados foram o "Plate Count Agar" (PCA) e "Batata Dextrose Agar" (BDA) (Silva et al., 2001) e a inoculação da amostra nos meios foi feita pelo método de plaqueamento em profundidade. O experimento foi realizado com seis repetições para cada uma das diluições e seis tratamentos, a saber: PCA + Ácido Tartárico (10%), PCA + Ácido Clorídrico, PCA + Tetraciclina (500?g/500mL de meio), BDA + Ácido Tartárico (10%), BDA + Ácido Clorídrico e BDA + Tetraciclina (500?g/500mL). Os ácidos tartárico e clorídrico foram utilizados em quantidades suficientes para que o meio atingisse pH final entre 4,0-4,5. O preparo das amostras e das diluições foram feitas seguindo a metodologia de Silva et al. (2001). Foi retirado 1 mL de cada diluição e inoculado no centro da placa de Petri e em seguida o meio de cultura foi vertido sobre o inóculo. A mistura do inóculo ao meio de cultura foi feita movimentando-se suavemente as placas, em superfície plana, em movimentos em forma de oito. Após a solidificação dos meios de cultura, as placas foram colocadas para incubar, na posição invertida, por um período de 72 a 120 horas a 28°C, após o qual foi feita a avaliação do crescimento das colônias de fungos, contando-se o número de colônias em cada placa. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis

<sup>1</sup> Estudante de Biologia, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO. Fone (62) 3533-2189. E-mail: elajacob@terra.com.br.

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>Doutora, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO.

<sup>4</sup> Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, GO.

tratamentos e seis repetições. Os dados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de farelo (UFC.g-1), os mesmos foram transformados em  $\log(x + 1)$  e submetidos à análise de variância.

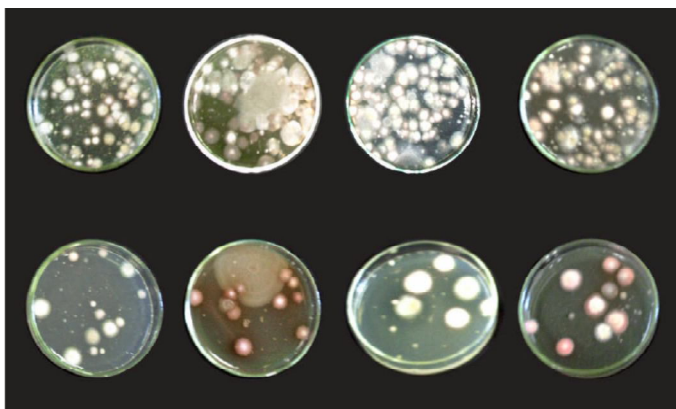
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Não se observou diferença significativa entre os tratamentos, quanto ao crescimento de fungos (Tabela 1). No entanto, foi possível verificar a ausência de crescimento de bactérias quando se utilizou o meio BDA + ácido tartárico, ao contrário dos outros meios, em que se observou um grande número de colônias de bactérias se desenvolvendo juntamente com as colônias de fungos, algumas vezes inibindo o crescimento dos mesmos. De um modo geral, no meio de cultura PCA observou-se o desenvolvimento de um maior número de colônias de bactérias. Esse meio de cultura, normalmente é utilizado como meio padrão para contagem de bactérias em placas, e mesmo acidificando-se esse meio com ácido tartárico ou acrescentando-se o antibiótico tetraciclina, não foi possível inibir o crescimento das bactérias. O PCA acidificado apresentou um número maior de colônias de bactérias, quando comparado ao PCA + tetraciclina e o BDA + tetraciclina (Figura 1). No meio BDA acidificado com ácido tartárico não se verificou o crescimento de colônias de bactérias (Figura 1). Quando se utilizou o ácido clorídrico, para acidificação do meio, tanto o PCA quanto o BDA não se solidificaram, não sendo possível a inoculação do meio com a amostra diluída, passando-se então a analisar somente os outros quatro tratamentos. Apesar dos meios de cultura não terem diferido entre si quanto ao crescimento de fungos, o meio BDA + ácido tartárico foi selecionado para a quantificação de fungos, pelo fato deste meio ter inibido o desenvolvimento de bactérias e/ou outros contaminantes.

**Tabela 1.** Quantificação de fungos em farelo de arroz integral, em diferentes meios de cultura. Santo Antônio de Goiás, 2006.

Meio de Cultura	UFC/g de farelo
PCA + Tetraciclina	$1,1 \times 10^4$ a <sup>2</sup>
PCA + Ácido Tartárico	$1,2 \times 10^4$ a
BDA + Tetraciclina	$1,0 \times 10^4$ a
BDA + Ácido Tartárico	$1,4 \times 10^4$ a
CV (%)	2,93

<sup>1</sup>Os dados foram transformados em  $\log(x + 1)$  para análise de variância.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade 5%.



**Figura 1.** Comparação entre os meios de cultura PCA e BDA, acrescidos de tetraciclina e ácido tartárico, para a quantificação de fungos em farelo de arroz.

1ª linha da esquerda para a direita: PCA + Ácido Tartárico, PCA + Tetraciclina, BDA + Ácido Tartárico, BDA + Tetraciclina (diluição 10-2). 2ª linha da esquerda para a direita: PCA + Ácido Tartárico, PCA + Tetraciclina, BDA + Ácido Tartárico, BDA + Tetraciclina (diluição 10-3)

**CONCLUSÃO:** Os resultados indicaram o meio de cultura BDA + ácido tartárico como o melhor para se quantificar a presença de fungos em farelo de arroz. O meio PCA mesmo acidificado com ácido tartárico apresentou um grande número colônias de bactérias quando comparado ao meio BDA. Tanto PCA quanto BDA não solidificaram quando foram acidificados com ácido clorídrico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, H. **Os fungos e a deterioração de alimentos**. Disponível em: <<http://www.micotoxinas.com.br/boletim4.htm>>. Acessado em: 18/10/2005. Micotoxinas. Disponível em: <[http://www.setor1.com.br/micotoxinas/mico\\_toxinas.htm](http://www.setor1.com.br/micotoxinas/mico_toxinas.htm)>. Acessado em: 18/10/2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317p.

SIQUEIRA, R. S. de. 1995. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: Embrapa, 159p.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Dr. Paulo Hideo Rangel Nakano (Embrapa Arroz e Feijão) pela colaboração e à Universidade Estadual de Goiás.

## EFEITO DE NÍVEIS DE POTÁSSIO E DE CALCÁRIO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA

MEDEIROS<sup>1</sup>, R. D. de, MOURÃO JÚNIOR<sup>2</sup>, M. C., CORDEIRO<sup>3</sup>, A. C. C COSTA<sup>4</sup>, M. C.G.

**INTRODUÇÃO:** No Estado de Roraima o arroz irrigado é um dos produtos mais importantes do setor agrícola. Ocupa atualmente cerca de 16.000 ha cuja produção atual, em torno de 112.000 toneladas de arroz em casca, é suficiente para abastecer o mercado local e ainda exportar o excedente para a cidade de Manaus-AM, cujo mercado potencial é cerca de 90.000 toneladas de arroz beneficiado e para o Estado do Pará. Entretanto, a baixa fertilidade dos solos das várzeas e sua exploração com o monocultivo contínuo do arroz irrigado, têm causado problemas como a infestação de plantas daninhas, o decréscimo da produtividade, baixa qualidade do produto final e elevação dos custos de produção. Isso tem levando os produtores a utilizarem altas quantidades de adubo químico em torno de 600 kg ha<sup>-1</sup> de diferentes fórmulas como 10-26-26, 04-25-25, entre outras, onerando os custos de produção. Entretanto a cultura não tem aumentado a produção de grãos com estas adubações, e em algumas dessas áreas tem-se constatado a ocorrência de deficiência de alguns nutrientes como cálcio e magnésio, comprometendo seriamente a produtividade de grãos da cultura (Gianluppi, et al., 2002). Uma das formas de atenuar estes problemas e reduzir os custos de produção é através da correção da fertilidade do solo com uma adubação equilibrada do solo, de modo que atenda a demanda da cultura durante todo ciclo da planta. Estudos mostram que os elementos limitantes para o cultivo do arroz nestas várzeas são o nitrogênio e o fósforo (Silva et al., 1998), enquanto que o potássio encontra-se em nível médio (Medeiros et al., 2004), necessitando portanto de uma menor quantidade desse elemento nas adubações. Entretanto, para o cultivo do arroz em solos inundados, a correção da acidez do solo ocorre naturalmente, num período de 4 a 6 semanas após a inundações como consequência do processo de redução do solo. Esse

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Roraima, Caixa Postal 133, CEP 69.301-970, Boa Vista, RR. Fone (95)3628-4903. e-mail: roberto@cpaffrr.embrapa.br

<sup>2</sup> Biólogo, MSc em Estatística, Embrapa Roraima

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética Vegetal, Embrapa Roraima

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de plantas, Embrapa Roraima

aspecto tem levado, durante algum tempo, a pesquisa desconsiderar esta linha como prioritária. Contudo pesquisas mostram efeitos positivos da aplicação de calcário em alguns solos, e em outros não, mesmo apresentando baixos níveis de cálcio e de magnésio (Lopes et al., 1995). Para as condições do Estado de Roraima onde os solos, em geral, apresentam acidez elevada, baixos teores de Ca e de Mg, e como a cultura do arroz é semeada normalmente sobre o solo seco com a inundação do solo iniciada a partir dos 20 dias após a emergência das plântulas, a calagem é de fundamental importância para aumentar a disponibilidade dos nutrientes na fase inicial de desenvolvimento da cultura, bem como propiciar a rotação com outras culturas. Para tanto, executou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes doses de potássio e de calcário sobre a produtividade de grãos de arroz irrigado em áreas com diferentes anos de cultivo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi instalado na Fazenda Paraíso pertencente ao Sr Genor Afonso Faccio no município de Bonfim-RR, em várzea do Rio Itacutu. Conduziu-se dois experimentos no período de outubro de 2005 a janeiro 2006, instalados em duas áreas de solos classificados como Gleissolo Aplico Tb Distrófico. Um experimento numa área que já vinha sendo cultivada com arroz há sete anos a qual apresentava as seguintes características químicas e físicas: pH (H<sub>2</sub>O) = 4,3; Ca = 0,83 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,46 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 5,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; K = 86,0 mg dm<sup>-3</sup>; M.O = 24,3 g dm<sup>-3</sup>; areia = 52%; silte = 13%; argila = 35%. O outro experimento foi conduzido numa área de terceiro ano de cultivo, apresentando as seguintes químicas e físicas: pH (H<sub>2</sub>O) = 4,9; Ca = 0,38 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 13,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 2,6 mg dm<sup>-3</sup>; K = 19,6 mg dm<sup>-3</sup>; M.O = 95,1 g dm<sup>-3</sup>; areia = 35%; silte = 30%; argila = 35%. Os tratamentos constaram de dois níveis de calcário (sem e com 1000 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco níveis de potássio (0,0; 37,5; 75,0; 112,5 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcelas sub divididas com quatro repetições. As parcelas principais com área de 100 m<sup>2</sup> (4 m x 25 m) foram constituídas pelos níveis de calcário e nas sub parcelas com área de 16 m<sup>2</sup> (4 m x 4m) foram casualizados os níveis de potássio, cuja área útil foi de 9 m<sup>2</sup> (3m x 3m). Utilizou-se a cultivar BR IRGA 409, semeada a lanço, na densidade de 150 kg de sementes ha<sup>-1</sup>. A adubação de plantio constou de 24 kg de nitrogênio + 150 kg de fósforo + 1,8 kg de Zinco ha<sup>-1</sup> e os níveis de potássio estabelecidos como tratamentos. Em cobertura utilizou-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de uréia divididos em duas aplicações, efetuadas aos 15 e 45 dias após a emergência das plântulas. O sistema de irrigação foi por inundação contínua, com a lâmina de água iniciada a partir dos 15 dias após a emergência das plântulas e cortada 20 dias após a floração. Foi avaliado na área útil de cada parcela (10,0m<sup>2</sup>) a produtividade de grãos, com o peso corrigido para 13% de umidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os dados foram analisados através da análise de variância com aplicação do teste F (P < 0.05) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, cujos resultados são mostrados na Tabela 1 a e b. Na área de terceiro ano de cultivo (Tabela 1a), observa-se que a calagem favoreceu a produtividade de grãos de arroz em todos níveis de potássio, exceto com 112,5 kg ha<sup>-1</sup>, que foi estatisticamente igual. Quanto aos efeitos dos níveis de potássio observa-se que no solo sem calagem, a produtividade de grãos foi afetada pela dose de potássio. As maiores médias (5.940 e 6.023 kg ha<sup>-1</sup>) foram obtidas com 75 e 112,5 kg ha<sup>-1</sup> de potássio respectivamente, não diferem entre si, e superam em cerca de 23% o valor alcançado sob o nível zero de potássio (4835 kg ha<sup>-1</sup>) que por sua vez, foi estatisticamente igual ao obtido sob a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> (5.535 kg ha<sup>-1</sup>). Isso mostra que tanto a falta quanto o excesso de potássio afetaram negativamente a produtividade de grãos do arroz. Porém nas parcelas com 1,0 t de calcário, não houve diferenças significativas na produtividade de grãos, cujas médias obtidas sob os diferentes níveis de potássio foram estatisticamente iguais. Isso se deve a maior disponibilidade de nutrientes no solo tais como cálcio, magnésio, fósforo e potássio dentre outros, propiciada pela calagem e pelos níveis de potássio, uma vez que nesta área, o solo apresentava baixos teores desses elementos.

**Tabela 1.** Produtividades de grãos de arroz (kg ha<sup>-1</sup>) obtidas sob diferentes níveis de calcário e de potássio áreas no terceiro(a) e sétimo ano de cultivo (b).

<i>Níveis de calcário (t ha<sup>-1</sup>)</i>		<i>Níveis de potássio (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
<b>Área terceiro ano (a)</b>	<b>0</b>	<b>37,5</b>	<b>75</b>	<b>112,5</b>	<b>150</b>
Com 1,0 t	5588 a A	6340 a A	6166a A	6054 a A	6048 a A
Sem calcário	4835 b B	5833ab B	5940 a B	6023 a A	5535ab B
<b>Área de sétimo ano (b)</b>					
Com 1,0 t	4730 a A	5427 a A	5530 a A	5448 a A	5375 a A
Sem calcário	4505 a A	5008 a A	5025 a A	5225 a A	5210 a A

Onde: médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e por maiúsculas nas colunas (dentro da mesma área) não diferem entre si segundo o teste Tukey, no nível de 5%.

Por outro lado, as produtividades de grãos obtidas na área com sete anos consecutivos de cultivo (Tabela 1 b), apresentam uma tendência de aumento da média da propiciada pela calagem e pela aplicação do potássio. Embora não tenham sido influenciadas estatisticamente, pelos níveis de calcário nem pelos de potássio aplicados no solo, cujas médias não diferem entre si. Isso pode ser explicado pelo fato do solo desta área apresentar níveis razoáveis de cálcio, magnésio e de potássio, propiciado pelas adubações aplicadas nos plantios dos anos anteriores. Esses resultados corroboram com Fageria (1999) o qual relata que o arroz irrigado, geralmente não responde a adubação potássica quando a análise do solo revela teor de potássio em torno de 50 mg dm<sup>-3</sup>.

**CONCLUSÕES:** a produtividade de grãos de arroz é afetada pelos níveis de potássio e de calcário, dependendo do tempo de cultivo da área. Em várzeas com três anos consecutivos de cultivo, a calagem com uma tonelada ha<sup>-1</sup> de calcário favorece a produtividade de grãos. Em áreas com sete anos consecutivos de cultivo a produtividade de grãos de arroz não é influenciada pelos níveis de potássio nem pela aplicação de calcário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAGERIA, N. K. Adubação e calagem. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANTANA, E. P. (Ed). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás; Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 329-353.
- GIANLUPPI, D.; SMIDERLE, J.O.; Cordeiro, A.C.C.; PEREIRA, P.; NECHET, K.L. **Deficiência de cálcio e magnésio. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002, 5p. (Comunicado Técnico, 14. Embrapa Roraima, 2002).**
- LOPES, S. I. G.; LOPES, M. S.; MACEDO, V.R.M.; FRIZZO, C.; GADEA, A.D.C.; TROJAHN, G.L. Resposta da cultura do arroz irrigado á aplicação de calcário. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21, 1995, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995, p. 169-171.
- MEDEIROS, R. D.de; do Ó. W. C. R; GIANLUPPI, D. **Características química e físico-hídricas de solos de várzeas em Roraima**. Boa Vista-RR, Embrapa Roraima. 2004, 13p. (Boletim de Pesquisa, 03. Embrapa Roraima, 2004)
- SILVA, A. J; MELO, V. F; MEDEIROS, R. D. de. .Limitações nutricionais para a cultura do arroz em solo de várzea do Estado de Roraima. I. Efeito sobre características agrônômicas. In: FERTIBIO 98. Caxambu, 1998. **Resumos**. Lavras, UFLA/SBCS/SBM. 1998. p. 562.



## MEIO DE CULTURA PARA QUANTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS EM FARELO DE ARROZ

CARMO, E.J.S.<sup>1</sup>, SILVA-LOBO, V. L.<sup>2</sup>, BASSINELLO, P.Z.<sup>2</sup>, RINALDI, M.M.<sup>3</sup>, OLIVEIRA, M.G.C.<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz é um cereal que faz parte do hábito alimentar do brasileiro, o que se confirma pelo consumo per capita superior a 70 kg/habitante/ano, considerando suas diferentes formas. O arroz polido é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas atualmente, e a estimativa para 2050 é para cerca de 4,5 bilhões de pessoas, segundo a FAO (2000). O arroz polido, ou branco, é preferencialmente utilizado, embora possua menor valor nutritivo que o arroz integral (Sotokuba, 2001). Na etapa de processamento, o arroz é seco e descascado, obtendo-se o arroz integral ou arroz marrom. Logo após, é realizado o polimento em rolos de borracha para retirar a camada marrom, obtendo-se o arroz branco. Esta camada removida é o farelo de arroz integral (Conte, 2000). Quantidades consideráveis de nutrientes passam a formar parte do farelo, entretanto, nas etapas de beneficiamento ocorrem riscos de contaminação microbiana, a qual prejudica a qualidade deste farelo. A presença de microorganismos em índices elevados nos alimentos pode fornecer várias informações, tais como, condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ou estocagem, matéria-prima com contaminação excessiva (Siqueira, 1995). Pesquisas no Brasil e em outros países têm sido conduzidas buscando avaliar o potencial do farelo de arroz, produto rico e abundante, para a alimentação humana quando a maior parte destina-se ainda à alimentação animal. O farelo de arroz pode apresentar uma contaminação por bactérias desconhecida, porém esta população pode ser quantificada pelo método de contagem padrão em placa, por meio de diluições em série, para tal é necessário que a metodologia e o meio de cultura a ser utilizada sejam bem definidos. O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar o melhor meio de cultura para quantificar a população bacteriana em farelo de arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi utilizada amostra de farelo de arroz integral, proveniente da Agroindustrial Urbano Ltda. (Sinop/MT). Para a avaliação dos meios de cultura, visando o ajuste da metodologia de quantificação de bactérias em alimentos, foi utilizado o meio de cultura PCA (Plate Count Agar) acrescido ou não de fungicidas e antibióticos, visando a inibição do crescimento de leveduras ou outros contaminantes observados em ensaios prévios, os quais impediam o desenvolvimento e/ou a contagem das colônias de bactérias nas placas. Os tratamentos utilizados foram: 1-PCA + PCNB (Pentacloronitrobenzeno) (0,5 g/L), 2- PCA + PCNB (1,0 g/L), 3-PCA + Captan (0,04g/L), 4-PCA + Tiofanato Metílico (0,5 g/L), 5-PCA + Tiofanato Metílico (0,25 g/L), 6- PCA + Cyclohexamide (15mg/L), 7-PCA + Ampicilina (1mg/L). A amostra foi preparada seguindo-se a metodologia de Siqueira (1995) e utilizaram-se os métodos de plaqueamento em profundidade e em superfície (Silva et al., 2001). Após a inoculação do meio com as amostras diluídas, as placas foram incubadas por 24 a 48 horas a 35 °C. O experimento foi realizado com três repetições e sete tratamentos. A avaliação foi feita visualmente as 24 e 48 horas após a incubação, contando-se o número de colônias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Quando o método de plaqueamento em profundidade foi utilizado, mesmo após completa homogeneização do meio de cultura com a amostra, observou-se uma concentração das colônias de bactéria nas bordas das placas de Petri, inviabilizando a contagem das mesmas, independente do meio de cultura utilizado. Houve ainda, o predomínio de crescimento de microorganismos formando placas ou aglomerados,

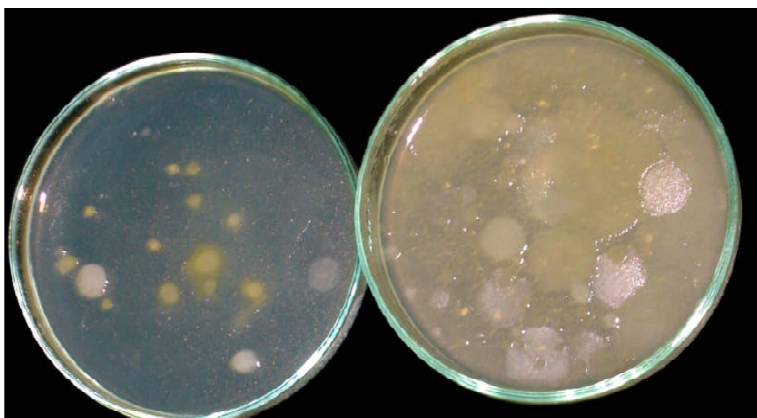
<sup>1</sup> Estudante de Biologia, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO. Fone (62) 3533-2189. E-mail: elajacob@terra.com.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, St. Antônio de Goiás, GO.

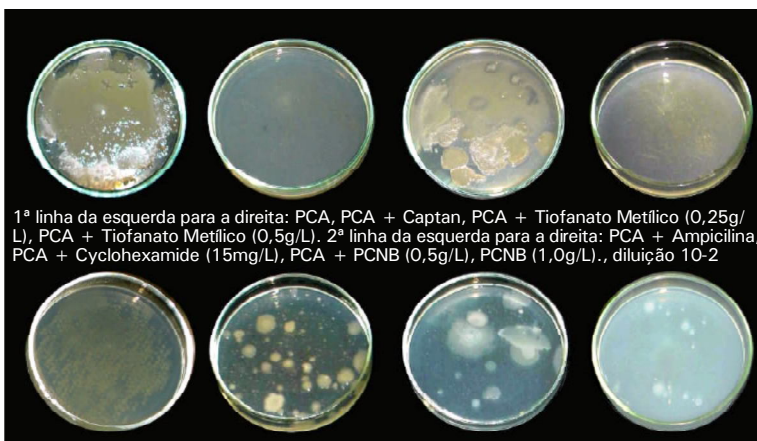
<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>Doutora, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO.

<sup>4</sup> Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis,GO.

os quais se sobrepuseram ao crescimento das colônias de bactérias, ou mesmo inibindo o seu crescimento (Figura 1). No plaqueamento em superfície, as colônias desenvolveram-se distribuídas em toda sua superfície, podendo ser facilmente contadas, inclusive com a identificação de colônias diferentes e sem a formação de placas (Figura 1). Nas amostras onde usou-se Captan 0,04 mg/L, não houve crescimento de nenhuma colônia após 24 horas, mas em algumas repetições foi observada a formação de algumas colônias após 48 horas; esse fungicida inibiu o crescimento dos microorganismos de forma geral, inclusive das bactérias presentes no farelo. (Figura 2). O uso do Tiofanato Metílico 0,25g/L não inibiu o desenvolvimento de contaminantes, quando se utilizou Tiofanato Metílico 0,5g/L houve a formação individualizada de algumas colônias de bactérias, mas com predomínio de contaminantes. Esse mesmo padrão foi observado quando se utilizou o meio acrescido com Ampicilina. Ao se utilizar o PCNB 1,0 g/L e o Cyclohexamide, observou-se o crescimento de colônias individualizadas de bactérias e em algumas repetições foi verificado a presença de contaminantes, mas estes não interferiram no desenvolvimento e contagem das colônias bacterianas. Ao contrário do PCNB 0,5 g/L, em que predominou o crescimento de contaminantes, inviabilizando a contagem de colônias de bactérias (Figura 2). Os contaminantes presentes, ainda serão identificados, mas parecem ser leveduras e outras bactérias saprófitas, pela característica morfológica e físicas apresentadas. Devido a este fato, foram escolhidos esses fungicidas para serem acrescidos ao meio com o intuito de inibir o desenvolvimento de tais microrganismos. Pelos resultados, os meios acrescidos com Cyclohexamide e PCNB (1,0g/mL) foram os mais indicados para se quantificar bactérias em farelo de arroz.



**Figura 1.** Plaqueamento em superfície (à esquerda) e em profundidade (à direita) de farelo de arroz no meio de cultura PCA.



1ª linha da esquerda para a direita: PCA, PCA + Captan, PCA + Tiofanato Metílico (0,25g/L), PCA + Tiofanato Metílico (0,5g/L). 2ª linha da esquerda para a direita: PCA + Ampicilina, PCA + Cyclohexamide (15mg/L), PCA + PCNB (0,5g/L), PCNB (1,0g/L), diluição 10<sup>-2</sup>

**Figura 2.** Crescimento de bactérias presentes no farelo de arroz, em meio de cultura PCA e PCA modificado.

**CONCLUSÃO:** Os resultados indicam o meio de cultura PCA + PCNB (1,0g/L), PCA + Cyclohexamide e o plaqueamento em superfície, como sendo os melhores métodos para se quantificar bactérias em farelo de arroz. O PCNB e o Cyclohexamide, na dosagem mais elevada, foi eficaz na inibição do crescimento de fungos e outros contaminantes, facilitando a quantificação da população bacteriana presente no farelo de arroz integral.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Dr. Paulo Hideo Rangel Nakano (Embrapa Arroz e Feijão) pela colaboração e à Universidade Estadual de Goiás.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CONTE, A.J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementado com fitase e xilanase.** Lavras – MG. UFLA, 2000. 164p. (Tese de Doutorado).

FAO. Cómo alimentar a 4000 millones de personas: el desafío para la investigación sobre el arroz en el siglo XXI. **GeoJournal.** Disponível: site FAO. [http:// <www.fao.org/docrep/V6017t/V6017T11.htm>](http://www.fao.org/docrep/V6017t/V6017T11.htm). Acesso: 29/05/2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317p.

SIQUEIRA, R. S. de. 1995. **Manual de microbiologia de alimentos.** Brasília: Embrapa, 159p.

SOTOKUBA, C.M.K. **Farelo de arroz como fonte de antioxidantes.** São Paulo: FACIS-IBEHE, 2001. 33p. (Monografia – Especialização em Terapia Ortomolecular, Nutrição celular e Longevidade).

## EFEITOS DA PARBOILIZAÇÃO EM PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE ARROZ

GULARTE<sup>1</sup>, M.A.; ELIAS<sup>2</sup>, M.C.; SCHIRMER<sup>3</sup>, M.A.; CARDOSO<sup>4</sup>; M.B.; WALLY<sup>4</sup>; A.P.S.; OLIVEIRA<sup>4</sup>, M.

**INTRODUÇÃO:** O processo de beneficiamento industrial influencia nas características dos grãos de arroz e a parboilização é um dos processos de maior drasticidade para os grãos. É um processo hidrotérmico que altera a forma do amido de cristalina para amorfa, tornando possível a obtenção de grãos mais firmes, translúcidos, duráveis e resistentes a quebras do que o branco polido (SUJATHA, et al., 2003; AMATO & ELIAS, 2005). Segundo Sujatha, et al. (2003), a parboilização do arroz retém mais proteína, gorduras, cinzas e fibras do grão, no entanto reduz o conteúdo de açúcares e amilose e isto torna o grão mais nutritivo do que o arroz beneficiado pelo processo convencional de arroz branco. A parboilização intensifica a cor dos grãos, tornando-a amarelo-claro ou âmbar, distinguindo-se da cor do arroz beneficiado pelo processo convencional. A cor, o odor e as demais características sensoriais do arroz cozido têm especial importância na aceitação do arroz parboilizado (AMATO & ELIAS, 2005). Existem padrões subjetivos estabelecidos quanto à aceitação e à preferência com relação à quase todos os alimentos. Quanto à coloração do arroz parboilizado, a pesquisa busca uma cor mais clara, próxima a do arroz branco, que é

<sup>1</sup> Economista Doméstica, Doutora em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, UFPel-FCD-DCA, Caixa Postal 354, CEP 96.020-220, Pelotas, RS. Fone (53) 32757285. [gularte@ufple.edu.br](mailto:gularte@ufple.edu.br).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia,

<sup>3</sup> Engenheiro Químico, Doutor em Biotecnologia,

<sup>4</sup> Mestrando em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, UFPel-DCTA-FAEM, Pelotas, RS.

a preferida pelos consumidores (AMATO & ELIAS, 2005; HEINEMANN *et al.*, 2006). A preferência por arroz branco ou parboilizado é uma questão pessoal e está relacionada com a tradição de consumo. Pessoas habituadas a consumir arroz parboilizado o consideram de melhor consistência ao ser mastigado e mais saudável, considerando o arroz branco macio demais e sem gosto. Os consumidores de arroz branco consideram o parboilizado muito escuro, com odor forte, com grãos duros e muito soltos, difíceis de serem misturados a outros alimentos (LUZ, 1993; GULARTE, 2004; HEINEMANN *et al.*, 2005). O objetivo neste estudo foi verificar efeitos da parboilização de arroz na composição química, em parâmetros viscoamilográficos e nas características sensoriais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado nos Laboratórios de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do DCTA-FAEM e de Análises Sensoriais do DCA-FCD, UFPel. Foram utilizadas duas amostras de grãos longo-finos, "agulhinha", produzidos na região Sul do Brasil em sistema irrigado, nas mesmas condições edafoclimáticas, que apresentaram similaridades de conteúdos de amilose. As análises de conteúdos de proteína (Kjeldahl), de extrato etéreo (Soxhlet) e de carboidratos foram realizadas de acordo com AACC (1995), enquanto para a determinação do teor de amilose, foi utilizado o método proposto por Barriga (2002). As propriedades viscoamilográficas foram avaliadas em RVA a partir de perfis para arroz branco e para parboilizado, respectivamente (Newport Scientific, 1995). A avaliação sensorial foi avaliada por teste com escala não estruturada de 9cm, em laboratório próprio com cabines e controle de luz para mascarar a aparência das amostras (GULARTE, 2002). O arroz foi servido em temperatura de consumo (65°C) em recipientes de porcelana.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Diferenças significativas entre o arroz branco e parboilizado ocorreram nas avaliações de proteína (exceto para a amostra A), gorduras totais e carboidratos com um incremento nos valores para o arroz parboilizado. O conteúdo de amilose não foi afetado pela parboilização (Tabela 1).

**Tabela 1.** Efeito da parboilização nas avaliações químicas de arroz.

Amostra	Proteína		Gorduras totais		Carboidratos		Amilose	
	Br	Pb	Br	Pb	Br	Pb	Br	Pb
A	A 7,99a	B 8,05a	A 0,33 b	A 0,71a	C 91,18 a	A 90,36b	A 30,13a	A 30,16a
B	B 7,51b	B 7,99a	B 0,20 b	C 0,29a	A 91,85a	A 91,00b	A 30,68a	A 30,70a

Br = Arroz branco; Pb = Arroz parboilizado.

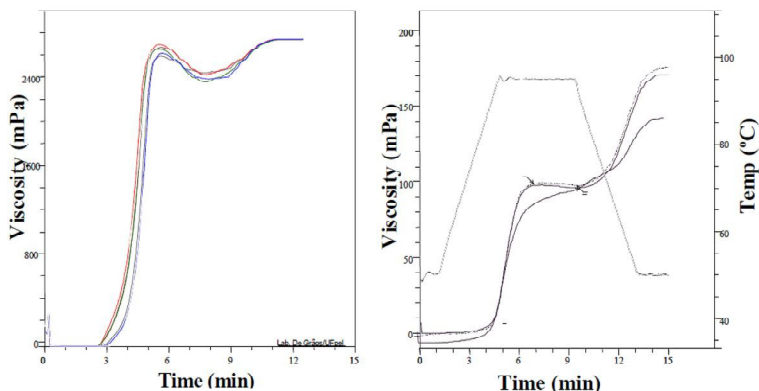
\* Médias, de três repetições, com letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*\* Médias, de três repetições, com letras minúsculas distintas na linha, para o mesmo parâmetro, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

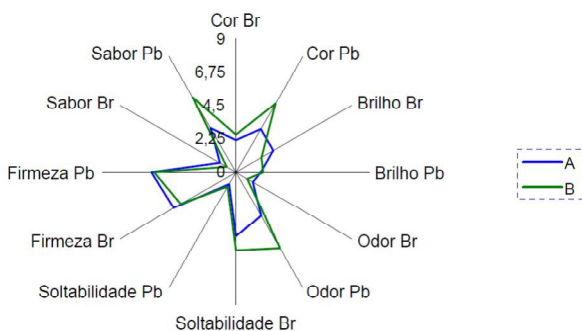
No processo de parboilização os picos de  $V_{max}$  e  $V_{min}$  (Figura 1-B) se alteram decrescendo em relação às mesmas viscosidades do arroz branco (Figura 1-A). Isso decorre da gelatinização do amido dos grãos de arroz, que começa na operação de encharcamento e se completa na autoclavagem. Após a gelatinização, nas operações de secagem ocorre a retrogradação do amido. Nesse processo irreversível, a amilose forma um complexo, onde se torna indisponível para retrogradar, afetando as características viscoamilográficas do amido.

Na Figura 2 pode-se verificar que no atributo cor o processo de parboilização intensificou levemente a cor do arroz, porém na média geral, tanto arroz branco como parboilizado, situaram-se na classificação sensorial em "cor de arroz branco a branco amarelado". O atributo brilho classificou os cultivares em "regularmente brilhoso". A parboilização intensificou o odor. Este fato pode ser explicado devido à migração de constituintes nutricionais das camadas periféricas para o interior dos grãos. Os resultados da Figura 2 permitem verificar que o processo de parboilização forma uma película endurecida ao redor do grão, tornando o arroz solto quando cozido, não deixando os grãos aderirem, classificando-se sensorialmente de "grãos bem separados". Assim como na soltabilidade

em que o processo de parboilização deixa os grãos soltos, no atributo firmeza, torna os grãos mais firmes. Isso já era esperado pela observação das curvas viscoamilográficas (Figura 1). O atributo sabor para arroz branco foi classificado pelos julgadores em “característico branco” e para o parboilizado em “sabor de arroz parboilizado fraco”.



**Figura 1.** Efeito do processo de beneficiamento na viscoamilografia de arroz branco (A) e parboilizado (B).



**Figura 2.** Perfil sensorial de arroz branco(Br) e parboilizado (Pb).

**CONCLUSÕES:** A parboilização do arroz altera a composição química e as propriedades tecnológicas dos grãos, diminuindo os parâmetros viscoamilográficos, assim como suas características sensoriais, intensificando a cor, o sabor, o odor, a soltabilidade e a firmeza dos grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMATO, G.W.; ELIAS, M.C. **A parboilização do arroz**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2005. 160p.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of AACC. 9th. Methods 30-10; 46-10. St. Paul: MN, 1995.

BARRIGA, E.A.L. Correlações entre testes mecânicos e análise sensorial descritiva na predição da textura do arroz (*Oryza sativa*, L.) cozido. Pelotas: UFPel, 2002. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas. 2002.

GULARTE, M.A. Arroz: propriedades de consumo e preferências do consumidor. [www.congressorizicola.org.br](http://www.congressorizicola.org.br), 2004.

GULARTE, M.A. Manual de Análise Sensorial de Alimentos. Pelotas: Ed. Edigraf UFPEL, 2002. 59p.

Heinemann, R.J.B. ; BEHRENS, J.H. ; LANFER-MARQUEZ, U.M. A study on the acceptability and consumer attitude towards parboiled rice. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 40, p. 1-8, 2006.

HEINEMANN, R.J.B. ; FAGUNDES, P.L. ; PINTO, E.A. ; PENTEADO, M.V.C.; MARQUEZ, U.M.L. . Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, Amsterdam, v. 18, n. 4, p. 287-296, 2004

LUZ, M.L.G.S. Efeitos das condições de secagem complementar a parboilização de arroz (*Oryza sativa*, L.) sobre suas características industrial, comercial e de consumo. Pelotas, 1991. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, UFPel, 1991.

NS - NEWPORT SCIENTIFIC Pty. Ltd. Operation Manual for the Series 4 Rapid Visco Analyser. Australia: Instrument Support Group, 1995.

SUJATHA, S.J.; AHMAD, R., BHAT, P.R. Physicochemical properties and cooking qualities of two varieties of raw and parboiled rice cultivated in the coastal region of Dakshina Kannada, India. *Food Chem.* [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), 2003.

## POTENCIAL PRODUTIVO E PROPRIEDADES CULINÁRIAS DO ARROZ-VERMELHO CULTIVADO

PEREIRA<sup>1</sup>, J. A.; BASSINELLO<sup>2</sup>, P. Z.; FONSECA<sup>2</sup>, J. R.; RIBEIRO<sup>1</sup>, V. Q.

**INTRODUÇÃO:** No mercado mundial de arroz, são famosos os tipos especiais, como os arrozes-aromáticos Basmati (na Índia e no Paquistão) e Jasmim (na Tailândia), o arroz-verde ou ‘Midori Mai’, o arroz-preto ou ‘Kuro Mai’ e o arrozvermelho ou ‘Aka Mai’ (no Japão), o arroz-arbório ou ‘Volano’ (na Itália) e até mesmo o arroz-silvestre ou *Zizania acquatica* (nos Estados Unidos e no Canadá) que, na verdade, nem planta silvestre é e, muito menos, arroz. No Brasil, são encontrados tipos especiais, como é o caso do glutinoso *arroz-moti*, dos japoneses, em São Paulo. Nenhum outro tipo especial de arroz, porém, possui maior importância no País do que o arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) (Pereira, 2004). Esse arroz é cultivado na Região Nordeste, destacando-se pela ordem de importância os Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Bahia e Alagoas, sendo ele também produzido em alguns municípios do norte de Minas Gerais. Embora seja de grande interesse para os nordestinos, o arrozvermelho se encontra em franco processo de extinção. As cultivares existentes apresentam arquitetura de planta tradicional, mas já foram encontradas cultivares com arquitetura de planta moderna, com elevado potencial genético de rendimento (Pereira, 2004). Seus grãos são curtos e arredondados e se mantêm pegajosos após o cozimento, sendo também diferenciados do arroz branco pelo sabor característico. Portanto, em arroz, seja branco ou vermelho, aspectos como teor de amilose, temperatura de gelatinização, pegajosidade e textura têm grande relevância, podendo variar em função da cultivar, do ambiente e dos processos de pós-colheita (Juliano & Duff, 1991). Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial produtivo e as principais propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado.

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 1, 64006-220, Teresina (PI). Fone: (86) 3225-1141. E-mail: [almeida@cpamn.embrapa.br](mailto:almeida@cpamn.embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74001-970, Santo Antônio de Goiás (GO).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi realizada no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, em um Neossolo Flúvico, em regime de irrigação por inundação com lâmina d'água controlada, no segundo semestre de 2004, para avaliar cinco cultivares semi-anãs e três de arquitetura de planta tradicional (testemunhas) de arroz-vermelho oriundas de coletas realizadas por pesquisadores da Embrapa nos Estados da Paraíba e de Alagoas. As cultivares semi-anãs, provavelmente, são o resultado do cruzamento natural entre uma cultivar de arroz-vermelho tradicional da Paraíba e as cultivares de arroz branco 'BR IRGA 409' e 'IR 8' e foram selecionadas pelos orizicultores Humberto Alves de Melo ('PB 04' e 'PB 05'), do Município de São João do Rio do Peixe, Jorge Lins dos Santos ('PB 09') e Francisco Raimundo dos Santos ('PB 10'), ambos do Município de Sousa, e Polion Onias de Sousa ('PB 11'), do Município de Paulista. As cultivares tradicionais foram obtidas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão e são provenientes dos Municípios de Passo de Camaragibe ('AL 01'), Traipu ('AL 03') e Penedo ('AL 04'), no Estado de Alagoas. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas por três fileiras contínuas, com 5 m de comprimento, na densidade de 50 sementes por metro linear de sulco, adotando-se o espaçamento de 0,30 m entre as fileiras. No Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Arroz e Feijão foram obtidos os dados de teor de amilose e temperatura de gelatinização utilizando-se a metodologia descrita pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1989). Foi ainda realizado o teste de cocção em panela semi-industrial conforme Bassinello et al. (2004), utilizando-se por repetição 6 g de arroz em placas de Petri, 18 mL de água e 30 minutos de cozimento e os parâmetros de textura e pegajosidade foram avaliados por painel sensorial com base em escala de notas de sete pontos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A cultivar de ciclo vegetativo mais longo ('PB 11'), de 123 dias, foi também a que apresentou o maior potencial genético de produção (12.839 kg/ha). A análise de variância dos dados revelou que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o efeito de tipo de arquitetura de planta, indicando que as cultivares semi-anãs, em média, chegam a produzir o dobro das cultivares de arquitetura tradicional (Tabela 1). Nas cultivares semi-anãs, a altura de planta média foi de 110 cm e não ocorreu acamamento, enquanto nas cultivares de arquitetura de planta tradicional o porte foi de 170 cm e houve intenso acamamento (Tabela 1). No melhoramento genético da cultura do arroz branco, há trabalhos mostrando que o aumento da produtividade de grãos pode ser conseguido com a redução na altura de planta, o que implica em seleção indireta para menor produção de matéria seca na parte aérea e, conseqüentemente, maior produção de grãos (Khush, 1995). No caso do arroz-vermelho, os resultados comprovam que tal avanço também é possível. A produtividade de grãos variou de 4.786 kg/ha, para a cultivar de arquitetura de planta tradicional 'AL 03', a 12.839 kg/ha, para a cultivar semi-anã 'PB 11'. Além das características de natureza agrônômica, seja no caso do arroz branco, seja no caso do arroz-vermelho, os aspectos mais importantes a serem levados em consideração na seleção de uma cultivar são as qualidades industriais e culinárias. Entre as características culinárias avaliadas, as cultivares 'PB 05', 'PB 10', 'PB 09', 'PB 04' e 'AL 03' apresentaram teores de amilose altos, enquanto 'PB 11', 'AL 04' e 'AL 01' apresentaram teores intermediários (Tabela 2), indicando que a maioria delas tende a apresentar grãos secos, soltos e duros após o resfriamento, o que não era de se esperar, em se tratando de arroz-vermelho, uma vez que, normalmente, os grãos desse tipo de arroz possuem baixos teores de amilose (Pereira et al., 2001; Pereira, 2004). Considerando que a maioria das cultivares semi-anãs teve tal comportamento, presume-se que o resultado seja característica herdada do seu genitor branco ('BR IRGA 409' ou 'IR 8'). Com exceção da 'AL 01', que apresentou temperatura de gelatinização intermediária, todas as cultivares se caracterizaram por possuir alta temperatura de gelatinização (Tabela 2). De maneira geral, as cultivares semi-anãs 'PB 05', 'PB 10', 'PB 09', 'PB 04' e a cultivar de arquitetura tradicional 'AL 03' apresentaram o mesmo padrão em termos de propriedades culinárias, ou seja, alto teor de amilose, alta temperatura de gelatinização, grãos pegajosos e textura macia com centro firme (Tabela 2).

**Tabela 1.** Ciclo vegetativo, altura de planta, índice de acamamento e produtividade de grãos de cultivares de arroz-vermelho. Teresina (PI), 2004.

<i>Cultivar</i>	<i>Ciclo vegetativo (dia)</i>	<i>Altura de planta (cm)</i>	<i>Acamamento (1-9)</i>	<i>Prod. de grãos (kg/ha)</i>
PB 11	123a	117d	1	12.839a
PB 05	113c	109de	1	10.106ab
PB 04	102d	104e	1	9.319b
PB 10	102d	102e	1	8.829b
PB 09	102d	114d	1	8.669b
AL 04	117b	184a	7	5.162c
AL 01	98e	157c	5	4.972c
AL 03	110c	168b	7	4.786c
Média das cultivares semi-anãs	108	110	1	9.953
Média das cultivares tradicionais	108	170	5	4.974
D.M.S. (0,05)	3,5	9,0	-	3.151
C.V. (%)	1,5	3,3	-	18,8

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Principais propriedades culinárias de cultivares de arroz-vermelho. Teresina (PI), 2004.

<i>Cultivar</i>	<i>Teor de amilose<sup>1</sup> (%)</i>	<i>Temperatura de Gelatinização<sup>1</sup> (1-7)</i>	<i>Pegajosidade<sup>2</sup></i>	<i>Textura<sup>3</sup></i>
PB 11	24 (I)	3 (A)	LS	MCF
PB 05	26 (A)	3 (A)	P	MCF
PB 04	28 (A)	3 (A)	P	MCF
PB 10	27 (A)	3 (A)	P	MCF
PB 09	27 (A)	3 (A)	P	MCF
AL 04	21 (I)	3 (A)	P	M
AL 01	24 (I)	5 (I)	LS	MCF
AL 03	27 (A)	3 (A)	P	MCF

(1) A = alta; I = intermediária.

(2) ES = extremamente solto; MS = muito solto; S = solto; LS = ligeiramente solto; P = pegajoso; MP = muito pegajoso; EP = extremamente pegajoso.

(3) EM = extremamente macia; M = macia; LM = ligeiramente macia; MCF = Macia com centro firme; LF = levemente firme; MF = muito firme.

**CONCLUSÃO:** As cultivares de arroz-vermelho semi-anãs são mais produtivas do que as de arquitetura de planta tradicional; a cultivar de arroz-vermelho mais produtiva ('PB 11') é também a que tem o ciclo vegetativo mais longo e a maioria das cultivares estudadas ('PB 05', 'PB 04', 'PB 10', 'PB 09' e 'AL 03') possui alto teor de amilose, alta temperatura de gelatinização, pegajosidade e textura macia com centro firme após o cozimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSINELLO, P.Z.; ROCHA, M.S.; COBUCCI, R.M.A.. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 84).

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Evaluación de la calidad y molinera del arroz:**guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali: CIAT, 1989.



KHUSH, G. S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. p. 13-29. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).

JULIANO, B. O.; DUFF, B. Rice grain quality as an emerging priority in national rice breeding programs. In: IRRI. **Rice grain marketing and quality issues**. Manila, 1991. p. 55-64.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J. A.; CASTRO, E. da M. de; NASCIMENTO, H. T. S. do; RIBEIRO, V. Q. Propriedades culinárias e valor nutritivo em populações locais e interespecíficas de *arroz-vermelho*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 2001. 1 CD-ROM.

## PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E CARACTERÍSTICAS CULINÁRIAS DO ARROZ BRANCO E DO VERMELHO NOS ESTADOS DO PIAUÍ E CEARÁ

PEREIRA<sup>1</sup>, J. A.; BASSINELLO<sup>2</sup>, P. Z.; CUTRIM<sup>2</sup>, V. dos A.; RIBEIRO<sup>1</sup>, V. Q.

**INTRODUÇÃO:** O Nordeste do Brasil produz anualmente um volume de cerca de 1,3 milhão de toneladas de arroz, precisando importar outro tanto para abastecer o seu mercado interno. Na Região, os Estados do Maranhão, Piauí e Ceará são os maiores produtores deste cereal (Moreira, 1998; Sugai et al., 1998;

Levantamento..., 2005), todavia, em Estados como Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco, o principal arroz produzido é o de pericarpo vermelho, já que considerável parcela da população prefere o arroz vermelho ao arroz branco (Pereira, 2004). Considerando-se tais peculiaridades, o desenvolvimento de cultivares tanto de arroz branco quanto de arroz vermelho com alto potencial produtivo e qualidade de grãos em consonância com a exigência do mercado constitui um desafio constante. Se, por um lado, especialmente no caso do arroz branco, o avanço das pesquisas na área de melhoramento genético já permitiu se chegar a um elevado patamar de produtividade, por outro lado, em se tratando do arroz vermelho, quase nada foi conseguido, haja vista que os estudos somente agora é que estão se iniciando. As cultivares de arroz vermelho existentes, em geral, apresentam arquitetura de planta tradicional, mas já foram encontradas algumas delas com arquitetura de planta moderna (à semelhança do arroz branco melhorado) e com elevado potencial genético de rendimento (Pereira, 2004). Seus grãos normalmente são curtos, arredondados e quebradiços e se mantêm pegajosos após o cozimento, sendo completamente diferenciados do arroz branco, sobretudo pelo sabor característico que ostentam. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e as características culinárias de cultivares de arroz branco e de arroz vermelho em três ambientes dos Estados do Piauí e Ceará.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi realizada nos Municípios de Teresina (50° 05' 5" E e a 42° 49' W) e Buriti dos Lopes (3° 11' 5" E e a 41° 52' W), no Estado do Piauí, e em Iguatu (6° 17' 5" E e a 39° 16' W), no Ceará, em regime de irrigação por inundação com lâmina d'água controlada, no segundo semestre de 2005, para avaliar doze cultivares de arroz branco e seis de arroz vermelho. As cultivares de arroz

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 1, 64006-220, Teresina (PI). Fone: (86) 3225-1141. E-mail: almeida ~ cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74001-970, Santo Antônio de Goiás (GO).

branco são oriundas do programa de melhoramento genético de arroz da Embrapa, já as cultivares de arroz vermelho, com exceção da cultivar 'PB 01', provavelmente, são o resultado do cruzamento natural entre aquela cultivar e as cultivares de arroz branco 'BR IRGA 409' e 'IR 8' e foram selecionadas pelos orizicultores Humberto Alves de Melo ('PB 04' e 'PB 05'), do Município de São João do Rio do Peixe, e Polion Onias de Sousa ('PB 11'), do Município de Paulista, e pelo pesquisador José Almeida Pereira ('PB 12' e 'PB 13'). Nos ensaios de campo, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas por seis fileiras contínuas, com 5 m de comprimento, na densidade de 100 sementes por metro linear de sulco, adotando-se o espaçamento de 0,30 m entre as fileiras. Para o grupo de arroz branco, foram consideradas testemunhas as cultivares 'Diamante' e 'BRS Formoso', enquanto a cultivar tradicional 'PB 01' funcionou como testemunha para o arroz vermelho. No Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Arroz e Feijão foram obtidos os dados de teor de amilose e temperatura de gelatinização utilizando-se a metodologia descrita pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1989). Foi ainda realizado o teste de cocção em panela semi-industrial conforme Bassinello et al. (2004), utilizando-se por repetição 6 g de arroz em placas de Petri, 18 mL de água e 30 minutos de cozimento e os parâmetros de textura e pegajosidade foram avaliados por painel sensorial com base em escala de notas de sete pontos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise de variância conjunta da característica produtividade de grãos revelou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os efeitos de local, tratamentos e a interação tratamentos x local, indicando que as cultivares se comportaram diferentemente nos ambientes em que foram avaliadas e, neste caso, que as cultivares de arroz branco, com exceção da BRA 1330 e da BRA 125 8, são mais produtivas do que as de arroz vermelho (Tabela 1). No ensaio de Iguatu, a produtividade média foi de 8.022 kglha, porém não se verificou diferença entre os tratamentos. Já em Teresina e Buriti dos Lopes, onde a produtividade de grãos foi de 7.028 e 6261 kglha, respectivamente, ficou evidente a superioridade das cultivares 'SCS BRS 113 Tio Taka' e 'Diamante', ambas de arroz branco e arquitetura de planta moderna, assim como a inferioridade da 'PB 01', uma cultivar de arroz vermelho de arquitetura tradicional. No melhoramento genético do arroz, há uma teoria segundo a qual a produtividade de grãos é maior nas cultivares de arquitetura de planta moderna, uma vez que nelas se acumula menor produção de matéria seca na parte aérea e, conseqüentemente, maior produção de grãos (Khush, 1995). Neste estudo, tal teoria se confirmou e, de certa forma, ficou também comprovado que, se por um lado, a produtividade do arroz irrigado alcançou um platô de produtividade, por outro lado, o arroz vermelho precisa ser urgentemente melhorado. Além da produtividade de grãos, tanto no caso do arroz branco quanto no caso do arroz vermelho, os aspectos mais importantes a serem levados em consideração na escolha de uma cultivar são as qualidades industriais e culinárias. Entre as características culinárias avaliadas, as cultivares 'BRA 1322', 'BRS JABURU', 'BRA 1258' e 'PB 01', esta de arroz vermelho, apresentaram teores de amilose altos, enquanto as demais apresentaram teores intermediários (Tabela 1), sugerindo que a maioria delas tende a apresentar grãos enxutos, soltos e macios após o resfriamento, o que não era de se esperar, pelo menos, em se tratando do arroz vermelho, pois, normalmente, os grãos desse tipo de arroz possuem baixos teores de amilose (Pereira et al., 2001; Pereira, 2004). Apenas as cultivares 'Diamante' e 'BRA 1258' apresentaram temperatura de gelatinização intermediária. A maioria delas, inclusive cinco das seis cultivares de arroz vermelho, caracterizou-se por possuir alta temperatura de gelatinização. Com exceção das cultivares 'BRA 1330' e da 'PB 11', todas apresentaram o mesmo padrão de pegajosidade, ou seja, grãos soltos. Por sua vez, quatro cultivares apresentaram textura ligeiramente macia, duas levemente firme, uma muito firme e a maioria textura macia com centro firme (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade de grãos (kg/ha) e características culinárias de cultivares de arroz irrigado (branco e vermelho) em três ambientes dos Estados do Piauí e Ceará, no ano de 2005.

Cultivar	Produtividade de grãos (kg/ha)				TA(%)	TG(1-7)	Pegajosidade'	Textura <sup>2</sup>
	Teresina	B. Lopes	Iguatu	Análise conjunta				
SCS BRS 113	8643	7476	8494	8204	23	3	5	LM
Tio Taka Diamante	8849	7489	8125	8154	17	5	5	LM
BRS Alvorada	7771	7365	8763	7966	23	3	5	MCF
BRS Ourominas	7879	7086	8083	7683	23	3	5	LF
BRA 1322	8334	5417	8819	7523	24	6	5	MCF
BRA 1383	7626	6879	7675	7394	23	6	5	MCF
BRA 1381	7603	6647	7850	7367	23	6	5	MCF
BRS Formoso	7148	6331	8313	7264	23	3	5	MCF
BRS Jaburu	6895	6529	8063	7162	24	6	5	MCF
PB 05 (vermelho)	5652	7380	8244	7092	23	6	S	LM
BRA 1330	6867	6290	7988	7048	23	6	MS	MCF
BRA 1258	6112	6543	7719	6791	24	5	S	MCF
PB 11 (vermelho)	6609	5873	7738	6740	22	3	LS	LM
PB 04 (vermelho)	6806	5114	7056	6326	23	3	S	MCF
PB 12 (vermelho)	5334	4620	7963	5972	21	3	S	LF
PB 13 (vermelho)	5760	4183	7738	5894	23	3	S	MCF
PB 01 (vermelho)	4577	4116	8096	5596	24	3	S	MF
F (local)	-	-	-	**	-	-	-	-
F (tratamento)	**	**	ns	**	-	-	-	-
F (trat. x local)	-	-	-	**	-	-	-	-
Média Geral	7028	6261	8022	7104	-	-	-	-
DMS (0,05)	2378	1668	-	-	-	-	-	-
C.V.(%)	13	10	12	12	-	-	-	-

(\*\*) Significativo ao nível de 5 % de probabilidade; (ns) = não significativo

TA = Teor de amilose (alto: > 24 %; intermediário: 16 a 24 %; baixo: < 16 %)

TG = Temperatura de gelatinização (alta: < 4; intermediária: 4 e 5; baixa: > 5)

(1) ES = extremamente solto; MS = muito solto; S = solto; LS = ligeiramente solto; P = pegajoso; MP = muito pegajoso; EP = extremamente pegajoso

(2) EM = extremamente macia; M = macia; LM = ligeiramente macia; MCF = Macia com centro firme; LF = levemente firme; MF = muito firme

**CONCLUSÃO:** As cultivares de arroz branco são mais produtivas do que as de arroz vermelho, destacando-se em produtividade de grãos a 'SCS BRS 113 Tio Taka' e a 'Diamante'; as cultivares de arroz vermelho têm uma tendência de apresentar alta temperatura de gelatinização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSINELLO, P.Z.; ROCHA, M.S.; COBUCCI, R.M.A.. Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 84).

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Evaluación de la calidad y molinera dei arroz:guía de estudio para ser usada como complemento dela unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali: CIAT, 1989. KHUSH, G. 5. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz:

perspectives e métodos. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMERICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo: anais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. p. 13-29. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 17, n. 5,2005.

MOREIRA, R. 5. Arroz: perspectivas da produção brasileira. Revista de Política **Agrícola, Brasília**, v. 7, n. 4, p. 29-32, 1998.

PEREIRA, J. A. O arroz-vermelho cultivado no Brasil. Teresina:

Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J. A.; CASTRO, E. da M. de; NASCIMENTO, H. T. 5. do; RIBEIRO, V. Q. Propriedades culinárias e valor nutritivo em populações locais e interespecíficas de *arroz-vermelho*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 2001. 1 CD-ROM.

SUGAI, Y.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; VIEIRA, **Projeção da demanda regional de grãos no** Embrapa – SPI: Embrapa - SEA, 1998. 39 Discussão, 2).

# **Desenvolvimento industrial de produtos e subprodutos**



# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE GRÃOS DE ARROZ COM DIFERENTES NÍVEIS DE BRUNIMENTO NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO

PIVA<sup>1</sup>, C.P., ZANÃO<sup>2</sup>, C.F.P., SILVA<sup>3</sup>, M.V.C., PIGOSO<sup>4</sup>, A.A., VILLELA<sup>5</sup>, S.H.M.

**INTRODUÇÃO:** O arroz é considerado o alimento mais importante do globo devido ao grande número de pessoas que dele faz uso. No Brasil, juntamente com o milho e o feijão, ele constitui base da alimentação de grande parte da população (Pereira, 1996). Difundido largamente no país, o arroz é cultivado praticamente em todos os estados e consumido por todas as classes sociais. (Gomes et al., 2004). Quando o arroz é apenas descascado é muito nutritivo, embora apresente problemas de aceitação pelo consumidor que está habituado com arroz branco (Pereira, 1996). O conteúdo médio de proteínas do arroz descascado encontra-se na faixa de 8% a 9%, havendo redução neste teor à medida que são retiradas as camadas superficiais dos grãos, porque o teor de proteínas diminui progressivamente da periferia para o interior (Gomes et al., 2004). Segundo Taipina et al. (2003), a demanda dos consumidores por alimentos nutritivos está crescendo mundialmente. É dentro desta linha de pensamento que acreditamos que há um campo muito grande a ser explorado entre o arroz polido, de grande aceitação pelo mercado consumidor, e o arroz integral, de menor aceitação devido às dificuldades de digestão e tempo de cozimento. O arroz é composto principalmente por quatro camadas tecnológicas onde aparecem a casca, a película (farelo), o germe e o endosperma amiláceo. O beneficiamento do arroz é um processo composto de diferentes operações unitárias, entre as quais o brunimento de arroz é o mais importante dentre estas operações, sendo esta a responsável pela retirada da película e do germe, deixando o arroz “branquinho” de acordo com a preferência nacional, porém menos nutritivo. O brunimento de arroz é realizado por abrasão, por meio do contato dos grãos contra uma superfície áspera em movimento. O grau de brunimento é dado em relação a quantidade de farelo removida do grão. Em geral temos duas categorias de arroz, arroz integral sem nenhum grau de brunição e o arroz polido totalmente livre da película e do germe. A película ou farelo de arroz mais o germe é onde se encontram uma melhor concentração de carboidratos, gorduras, proteínas, fibras, minerais e vitaminas, como tiamina, riboflavina, niacina e vitamina E.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado e conduzido no Laboratório de análises de grãos, da empresa Marbel RC Importação e Exportação LTDA, em Rio Claro, SP, no Laboratório de análises de grãos, da Indústria de Máquina Zaccaria, em Limeira, SP e no Laboratório de Análises de Alimentos da Fundação Hermínio Ometto (Uniararas), em Araras, SP. Foram utilizados para a realização das análises, grãos de arroz da variedade longo fino, cultivados no Sul do país. As análises foram realizadas em triplicata. Foram colhidas seis amostras, alterando-se o nível de brunição do processo de beneficiamento do arroz. Utilizou-se somente grãos inteiros neste experimento, sendo estes separados dos grãos quebrados, em engenho de provas Zaccaria, utilizando-se o Trieur de 4,5mm durante 90 s. Mediu-se a brançura, a transparência e o polimento dos grãos no medidor de brançura Zaccaria. Separou-se as amostras de 1.000 grãos manualmente utilizando-se pinça simples e mesa de classificação. Pesou-se as amostras em balança analítica Q500L 210 C Quimes. A atividade antioxidante das diferentes amostras de arroz foi avaliada através da capacidade de cada amostra reduzir o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), de acordo com BLOIS (1958). O DPPH é um radical livre estável que pode aceitar um elétron ou um radical de hidrogênio. Por causa do seu elétron desemparelhado, o DPPH

<sup>1</sup> Gerente, Tecnólogo em Alimentos, Marbel. CEP 13502 -700, Rio Claro S.P. Fone (19) 35222056.claudio.piva@marbel.com.br

<sup>2</sup> Nutricionista, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos ESALQ-USP, Piracicaba, S.P.

<sup>3</sup> Auxiliar de Ensino, Licenciado em Ciências Faculdade de Ciências Biológicas de Araras, Uniararas. Araras, S.P.

<sup>4</sup> Professor de Bioquímica dos Alimentos, Mestre em Bioquímica USP/RP, Uniararas. Araras, S.P.

<sup>5</sup> Professora/Coordenadora do curso de Tecnologia em Alimentos, Mestre em Alimentos e Nutrição UNICAMP, Uniararas. Araras, S.P.

possui uma banda forte de absorção em 517 nm. Quando esse elétron é emparelhado, a banda de absorção desaparece estequiometricamente. Sendo assim, as medidas de absorbância foram realizadas em 517 nm, 10 minutos após a preparação de misturas contendo 10 mg da amostra de arroz, 1 mL de tampão acetato 100 mM, pH 5,5, 1 mL de etanol e 0,5 mL de DPPH 500 mM.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1 mostra os resultados da análise física, onde observamos os diferentes índices de brancura, transparência, polimento e massa dos grãos. No caso da brancura e do polimento, nota-se a influência de camadas mais espessas de farelo em torno do grão, diminuindo seus índices e afastando o grão da preferência nacional, "arroz branquinho". No item da transparência, observa-se que o índice da amostra 1 e da amostra 6 são próximos, sendo prejudicados nas amostras centrais, resultantes da abrasão na retirada do farelo e das condições de brunição impostas ao grão para fins destes testes, na busca dos grãos com estas qualidades intermediárias, sem que os equipamentos estejam especificamente preparados para este formato como produto final. E no item de massa, encontramos diferenças significativas de maior concentração de massa, de acordo com que diminuimos a retirada das camadas de farelo. A tabela 2 mostra os resultados da análise química, onde os resultados obtidos na redução do DPPH com 10 mg dos diferentes tipos de grãos de arroz mostram que as atividades antioxidantes diminuem a medida que aumenta o polimento do grão. A queda da atividade antioxidante, observada na tabela 2, é gradativa entre as amostras A1 e A4, mas existe uma queda brusca entre as amostras A 4 e A5.

**Tabela 1.** Médias obtidas pelas análises de Brancura, Transparência, Polimento e Massa das amostras.

Amostras	Brancura	Transparência	Polimento	Massa 4 (g)
A1	20,13 ± 0,29 <sup>1 e 2</sup>	2,41 ± 0,05 b	0 e	18,86 ± 0 a
A2	23,53 ± 0,80 d	1,04 ± 0,02 e	0 e	18,59 ± 0 b
A3	27,97 ± 0,32 c	1,16 ± 0,02 e	30,67 ± 0,6 d	18,36 ± 0 c
A4	28,47 ± 0,45 c	1,45 ± 0,05 d	37,00 ± 1,0 c	18,18 ± 0 d
A5	32,13 ± 0,32 b	2,03 ± 0,02 c	66,67 ± 0,6 b	18,00 ± 0 e
A6	41,30 ± 1,67a	2,77 ± 0,08 a	99,00 ± 1,0 a	17,67 ± 0 f

<sup>1</sup> Média ± Desvio Padrão.

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

<sup>3</sup> Peso de 1.000 grãos de arroz.

**Tabela 2.** Resultados obtidos na análise química de atividade anti-oxidante.

Amostra	Absorvância (517 nm) %	Redução do DPPH
Padrão	0,392	0,380
Amostra 1	0,144	0,172
Amostra 2	0,186	0,165
Amostra 3	0,198	0,210
Amostra 4	0,230	0,191
Amostra 5	0,304	0,312
Amostra 6	0,336	0,345

**CONCLUSÕES:** Observou-se uma coloração mais escura de acordo com a diminuição da retirada da película ou farelo dos grãos de arroz, diminuindo-se a aparência de "arroz branquinho" de acordo com a preferência nacional. Esta aparência menos adequada é compensada com vantagens tanto para o consumidor final, como também para a indústria de beneficiamento. Há um expressivo aumento do valor de massa disponível na somatória dos grãos de arroz, deixando de se transformar um produto principal em



sub-produto, ou melhor, deixando-se de transformar massa de grão de arroz polido em farelo de arroz com valor comercial de apenas 20% do valor comercial do arroz em grãos empacotados. Também notou-se uma grande atividade no potencial antioxidante nos grãos que contém uma camada significativa de farelo ao seu redor, diminuindo bruscamente esta atividade no arroz totalmente polido. A inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância e o consumo de frutas, vegetais e cereais está relacionado com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas aos acúmulo de radicais livres (Pompella, 1997).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOIS, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, v. 26 (4617), 1199-1200, 1958.

GOMES, A.S.; MAGALHÃES, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004.

PEREIRA, J. **Alterações na qualidade tecnológica de grãos de arroz (*Oryza Sativa L.*) durante o armazenamento**. 1996. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, Bern, v.67, n.5, p.289-297, 1997.

TAIPINA, M.S.; FONTES, M.A.S; COHEN, V.H. et al. Novas tecnologias: Alimentos funcionais e a irradiação de alimentos. *Revista Higiene Alimentar*, v.17, p. 31-35, 2003.

## AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO ARROZ COMUM (*Oryza Sativa L.*) IRRADIADO

ZANÃO<sup>1</sup>, C.F.P., CANNIATTI –BRAZACA<sup>2</sup>, S.G.C., PIVA<sup>3</sup>, C.P., ARTHUR<sup>4</sup>, V., SARMENTO<sup>5</sup>, S.B.S.

**INTRODUÇÃO:** O arroz está entre os mais importantes cereais cultivados e apresenta grande importância social (Pereira, 1996). Está presente nos países em desenvolvimento, sendo considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, que fornece 20% da energia e 15% da proteína necessárias ao homem. O arroz é uma cultura extremamente versátil, que se adapta a diferentes condições de solo e clima, e é considerada a espécie de maior potencial de aumento de produção no combate à fome do mundo (Gomes & Magalhães, 2004). A Ásia ocupa a primeira posição em consumo e produção mundiais enquanto a América do Sul é a segunda em produção e a terceira em consumo (Gomes & Magalhães, 2004). Quando o arroz é armazenado sofre danos pelas mais diversas causas tais como temperatura, umidade, ataque de roedores, microrganismos e insetos, sendo os insetos principais causadores de grandes perdas qualitativas e quantitativas (Manco, 1987). A utilização contínua de defensivos químicos para o controle dessas pragas vem causando problemas como o surgimento de resistência a esses produtos. Além disso, outros inconvenientes do uso de defensivos químicos, como contaminação do ambiente, intoxicação de animais

<sup>1</sup> Nutricionista, Mestranda em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ESALQ-USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-000, Piracicaba, SP. Fone (19) 34294118, cpedroso@claretianas.com.br.

<sup>2</sup> Professora, Doutora em Ciências dos Alimentos, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Tecnólogo em Alimentos, Uniararas. Araras, SP.

<sup>4</sup> Professor, Livre-Docência, CENA-USP, Piracicaba, SP.

<sup>5</sup> Professora, Doutora em Ciências dos Alimentos, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

domésticos e do homem e ocorrência de resíduos tóxicos nos grãos, levam à necessidade de pesquisas com outros métodos de controle dessas pragas, dentro os quais se destaca a irradiação. A aplicação da radiação ionizante, com o propósito de preservar e desinfestar grãos, surge como prática promissora, utilizada para estender a vida útil e reduzir as perdas das safras durante a armazenagem do produto. Os custos estimados dos benefícios da irradiação comercial, como tratamento, mostram ser competitivos com os métodos de fumigação e outros tratamentos físicos e térmicos (Nascimento, 1992).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ- USP e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA – USP. Foi utilizada para realização das análises grãos de arroz crus e cozidos da variedade longo fino, tipo 1, cultivado no Sul do país. Foram irradiados, utilizando-se raios gama, provenientes do irradiador Gammabeam – 650 que tem como fonte de Cobalto 60, as doses utilizadas para a irradiação foram 0; 0,5; 1; 3 e 5 kGy, com taxa de dose de 0,791 kGy/h. As análises foram realizadas em triplicata. As análises químicas de teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e de cinza foram realizadas de acordo com a metodologia indicada pela AOAC (1995). A quantidade de carboidratos foi obtida por diferença. O teor de amilose foi determinado usando a metodologia ISO 6647 (International Organization for Standardization, 1987).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Como pode ser observado (Tabela 1), os teores de umidade, cinza, extrato etéreo, proteína e carboidratos das amostras na base seca não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ), somente os teores de umidade na base fresca apresentaram diferenças estatísticas. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2004), a composição centesimal do arroz polido cru apresenta umidade 12,33g; proteínas 6,73g; lipídeos totais 0,89g; carboidratos totais 79,57g; cinzas 0,48. Para o arroz polido cozido apresenta umidade de 73,48g; proteína 2,05g; lipídeos 0,63g; carboidratos totais 23,54g e cinza 0,30. Considerando os valores referenciados, os teores obtidos encontram-se dentro do esperado conforme mostra a tabela 2. Segundo Taipina et al. (2003), os macronutrientes são relativamente estáveis quando submetidos à irradiação.

**Tabela 1.** Médias obtidas pelos tratamentos (controle e irradiados com doses 0,5 kGy; 1,0 kGy; 3,0 kGy e 5,0 kGy) e teste de Tukey para a composição centesimal do arroz cru e cozido. (Base Seca).

<i>Tratamentos</i>	<i>Cinza (%)</i>	<i>E.Etéreo (%)</i>	<i>Proteína (%)</i>	<i>Cho (%)</i>
<b>Arroz Cruz</b>				
0 kGy	0,38 ± 0,01 a	20,005 ± 0,0 a	9,92 ± 0,2 a	89,69
0,5 kGy	0,42 ± 0,0 a	0,004 ± 0,0 a	8,91 ± 1,2 a	90,66
1 kGy	0,39 ± 0,0 a	0,013 ± 0,0 a	8,36 ± 0,4 a	91,24
3 kGy	0,45 ± 0,0 a	0,002 ± 0,0 a	8,52 ± 0,3 a	91,03
5 kGy	0,50 ± 0,0 a	0,007 ± 0,0 a	9,76 ± 0,2 a	89,73
<b>Arroz Cozido</b>				
0 kGy	0,47 ± 0,0 a	0,002 ± 0,0 a	7,80 ± 0,6 a	91,73
0,5 kGy	0,44 ± 0,0 a	0,0005 ± 0,0 a	8,54 ± 0,6 a	91,02
1 kGy	0,43 ± 0,1 a	0,002 ± 0,0 a	8,97 ± 1,2 a	90,61
3 kGy	0,48 ± 0,0 a	0,002 ± 0,0 a	9,06 ± 0,5 a	90,46
5 kGy	0,47 ± 0,0 a	0,0009 ± 0,0 a	9,41 ± 0,6 a	90,12

<sup>1</sup>Média ± Desvio Padrão

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ )

**Tabela 2.** Médias obtidas pelos tratamentos (controle e irradiados com doses 0,5 kGy; 1,0 kGy; 3,0 kGy e 5,0 kGy) e teste de Tukey para a composição centesimal do arroz cru e cozido. (Base Fresca).

Tratamentos	Umidade (%)	Cinza (%)	E.Étéreo (%)	Proteína (%)	Cho (%)
<b>Arroz Cruz</b>					
0 kGy	10,97 ± 0,5a	0,34 ± 0,0a	0,005 ± 0,0a	8,83 ± 0,2a	79,85
0,5 kGy	10,93 ± 0,2a	0,38 ± 0,0a	0,004 ± 0,0a	7,94 ± 1,1a	80,74
1 kGy	10,33 ± 0,3a	0,35 ± 0,1a	0,012 ± 0,0a	7,5 ± 0,3a	81,8
3 kGy	10,74 ± 0,4a	0,40 ± 0,1a	0,002 ± 0,0a	7,61 ± 0,2a	81,25
5 kGy	10,68 ± 0,5a	0,45 ± 0,0a	0,006 ± 0,0a	8,72 ± 0,2a	80,14
<b>Arroz Cozido</b>					
0 kGy	69,96 ± 0,1a	0,14 ± 0,0a	0,0006 ± 0,0a	2,34 ± 0,2a	27,56
0,5 kGy	68,55 ± 0,1b	0,14 ± 0,0a	0,0001 ± 0,0a	2,68 ± 0,2a	28,63
1 kGy	67,49 ± 0,1b	0,14 ± 0,0a	0,0006 ± 0,0a	2,92 ± 0,4a	29,45
3 kGy	71,64 ± 0,0c	0,14 ± 0,0a	0,0006 ± 0,0a	2,57 ± 0,2a	25,65
5 kGy	69,85 ± 0,1d	0,14 ± 0,0a	0,0003 ± 0,0a	2,84 ± 0,2a	27,17

Como pode ser observado na tabela 3, os teores de amilose das amostras estudadas não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ), mostrando aumento nas doses de 0,5 kGy e 1,0 kGy. A amilose representa de 8% a 37% de todo o amido do arroz e a amilopectina de 63% a 92%, com o aumento da relação amilopectina/amilose, há aumento rendimento dos grãos inteiros. Os teores de amilose podem ser classificados como baixos tendo de 1% a 2% , intermediários de 20% a 25% e alto > 25% (Juliano, 1985). Segundo Elias et al. (2003) quanto maior for o teor de amilose, mais secos e separados ficarão os grãos depois de cozido.

**Tabela 3.** Médias obtidas pelos tratamentos (controle e irradiados com doses 0,5 kGy; 1,0 kGy; 3,0 kGy e 5,0 kGy) e teste de Tukey para a porcentagem de amilose do arroz cru.

Tratamentos	Amilose (%)
0 kGy	18,44 ± 0,11a <sup>2</sup>
0,5 kGy	18,91 ± 0,4a
1 kGy	18,86 ± 0,2a
3 kGy	18,25 ± 0,4a
5 kGy	17,33 ± 0,04a

<sup>1</sup>Média ± Desvio Padrão

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

**CONCLUSÕES:** De acordo com os dados obtidos conclui-se que a composição centesimal e a teor de amilose apresentaram-se dentro dos valores esperados para este produto, sendo, portanto a irradiação um processo eficiente no controle de insetos de grãos armazenados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists.** Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 16 ed, 1995. p.1141.

ELIAS, M.C.; CONRAD, V.J.D.; AOSANI, E.; OLIVEIRA, M. Arroz : gerenciamento operacional define a qualidade. **Seed News**, Pelotas, v.7, n.4, p.12- 14, 2003.

GOMES, A.S.; MAGALHÃES, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004.

International Organization for Standardization. **Norme Internationale**: Risdeterminação de la teneur en amylase, 1987. ISO 6647.

JULIANO, B.O. Criteria and tests for rice grain qualities. In: **Rice Chemistry and Technology**. Ed. Juliano B.O. The American Association of Cereal Chemisty. St.Paul MN, USA, 1985.

MANCO, E.A.C. **Efeito da radiação gama sobre inseticidas de grãos e produtos armazenados**. 1987. 63 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade São Paulo, Piracicaba.

NASCIMENTO, L.M. **Efeito da radiação gama (60 Co) nas propriedades físicoquímicos e sensoriais de feijões envelhecidos (*Phaseolus vulgaris*)**. 1992. 135 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, J. **Alterações na qualidade tecnológica de grãos de arroz (*Oryza Sativa L.*) durante o armazenamento**. 1996. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TAIPINA, M.S.; FONTES, M.A.S; COHEN, V.H. et al. Novas tecnologias: Alimentos funcionais e a irradiação de alimentos. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, p. 31-35, 2003.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Tabela Brasileira de composição de alimentos: projeto integrado de composição de alimentos. Disponível em: <<http://fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 16 ago. 2004.

## **AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DO ARROZ COMUM (*Oryza Sativa L.*) IRRADIADO**

ZANÃO<sup>1</sup>, C.F.P., CANNIATTI-BRAZACA<sup>2</sup>, S.G.C., PIVA<sup>3</sup>, C.P., ARTHUR<sup>4</sup>, V.

**INTRODUÇÃO:** A avaliação sensorial é utilizada para medir, analisar e interpretar as reações das características dos alimentos e materiais que são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (Stone & Sidel, 1985). Na indústria de alimentos, o uso de técnicas modernas de Análise Sensorial tem sido um meio seguro para caracterizar diferenças e similaridades entre produtos que disputam um mesmo mercado consumidor para otimizar atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura de alimentos em função de expectativas do mercado consumidor e avaliar alterações sensoriais que ocorrem em função do tempo, condições de armazenamento, tipos de embalagem, etc. (ABNT, 1993). Através da análise sensorial pode-se determinar a aceitabilidade e a qualidade dos alimentos, com auxílio dos sentidos humanos como paladar e olfato. Para avaliar a qualidade deve-se levar em conta as propriedades sensoriais aceitáveis, como essenciais no momento da venda e consumo do produto (Morales, 1997). A avaliação sensorial deve ser efetuada de maneira científica, através de métodos sensoriais, que são utilizados para medir a qualidade dos alimentos, através dos sentidos humanos de uma equipe de avaliação especialmente treinada para analisar os diferentes atributos. (Dutccosky, 1996). A irradiação, devido às mudanças químicas que ocorrem podem causar efeitos na cor e aroma

<sup>1</sup> Nutricionista, Mestranda em Ciências e Tecnologia de Alimentos, ESALQ-USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-000, Piracicaba, SP. Fone (19) 34294118, [cpedroso@claretianas.com.br](mailto:cpedroso@claretianas.com.br).

<sup>2</sup> Professora, Doutora em Ciências dos Alimentos, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Tecnólogo em Alimentos, Uniararas, Araras, SP.

<sup>4</sup> Professor, Livre-Docência, CENA-USP, Piracicaba, SP.

dos alimentos. A extensão desses efeitos depende principalmente do tipo de alimento irradiado, da dose de irradiação utilizada e de outros fatores como a temperatura e a duração do processo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1988).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ- USP e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA – USP. Foi utilizada para realização das análises grãos de arroz crus e cozidos da variedade longo fino, tipo 1, cultivado no Sul do país. Foram irradiados, utilizando-se raios gama, provenientes do irradiador Gammabeam – 650 que tem como fonte de Cobalto 60, com taxa de dose de 0,791 kGy/h, as doses utilizadas para a irradiação foram 0; 0,5; 1,0; 3,0 e 5,0 kGy. Realizou-se teste hedônico (aceitabilidade) segundo Chaves & Sproesser (1996) com escala hedônica de 9 pontos: 1 – desgostei extramente; 2 – desgostei muito; 3- desgostei moderadamente; 4- desgostei ligeiramente; 5 – indiferente; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei moderadamente; 8 – gostei muito; 9 - gostei extremamente. Foram selecionados 40 provadores não treinados, dentre uma população de adultos saudáveis, ambos os sexos, sem vínculo de subordinação com os pesquisadores e que manifestaram seu consentimento assinando o termo de consentimento livre e esclarecido conforme Resolução 196/96 do Ministério da Saúde (Brasil, 2003). Em cabines individuais, cada provador recebeu cinco amostras de grãos de arroz cru e cozido, em porções de 10g por amostra, sendo uma amostra para cada tratamento, adicionados de 1% de sal, que foram servidos em pratos brancos, codificados com número de três dígitos de forma aleatória. Para a análise dos dados foi utilizado teste de Tukey (5%).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A faixa etária predominante entre os provadores foi de 28 a 37 anos (92,5%), seguido de 48 anos ou mais (5%). Com relação ao sexo 65% dos provadores foram feminino e 35% masculino. Quanto a frequência do consumo de arroz 95% dos provadores consomem arroz diariamente e 5% semanalmente, e quanto a preferência ao aspecto do arroz cozido 77,5% dos provadores preferem arroz solto, 12,5% empapado e 10% não tem preferência. Os dados obtidos na análise sensorial são apresentados por tabelas 1 e 2. Realizando o Teste de Tukey para comparação das médias verificou-se que para o atributo aparência do arroz cru as doses 0 kGy, 0,5 kGy e 1,0 kGy não diferiram estatisticamente. A dose de 3,0 kGy não apresentou diferença estatística quando comparado com a dose 1,0 kGy, diferindo das demais. A dose de 5,0 kGy apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). Quanto ao atributo da cor as doses de 0kGy, 0,5kGy e 1kGy não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ). As doses de 3,0kGy e 5,0kGy obtiveram menor aceitação, situando-se no atributo “desgostei ligeiramente”.

**Tabela 1.** Médias das notas conferidas aos atributos avaliados nos grãos de arroz cru tratados por irradiação e controle.

<i>Atributos</i>	<i>Tratamentos</i>	<i>Médias<sup>1</sup></i>
<b>Aparência</b>	0 kGy	6,88 ± 2,0a <sup>2</sup>
	0,5 kGy	6,75 ± 1,9a
	1,0 kGy	6,65 ± 1,8ab
	3,0 kGy	5,95 ± 1,9b
	5,0 kGy	5,23 ± 2,1c
<b>Cor</b>	0 kGy	7,03 ± 1,8a
	0,5 kGy	6,38 ± 1,9a
	1,0 kGy	6,50 ± 1,8a
	3,0 kGy	5,40 ± 1,7b
	5,0 kGy	4,75 ± 1,7b

<sup>1</sup> Média ± Desvio Padrão

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ )

**Tabela 2.** Médias das notas conferidas aos atributos avaliados nos grãos de arroz cozidos tratados por irradiação e controle.

<b>Atributos</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>Médias<sup>1</sup></b>
<b>Aparência</b>	0 kGy	6,20 ± 2,0a <sup>2</sup>
	0,5 kGy	6,15 ± 1,9a
	1,0 kGy	6,90 ± 1,3a
	3,0 kGy	6,03 ± 1,6a
	5,0 kGy	5,03 ± 1,9b
<b>Aroma</b>	0 kGy	6,08 ± 1,9ab
	0,5 kGy	6,63 ± 1,6a
	1,0 kGy	6,60 ± 1,5a
	3,0 kGy	5,73 ± 2,1b
	5,0 kGy	4,18 ± 2,0c
<b>Textura</b>	0 kGy	5,60 ± 1,9bc
	0,5 kGy	5,83 ± 1,8b
	1,0 kGy	7,15 ± 1,8a
	3,0 kGy	6,03 ± 2,0b
	5,0 kGy	4,73 ± 2,1c
<b>Cor</b>	0 kGy	5,68 ± 2,0b
	0,5 kGy	6,13 ± 1,8b
	1,0 kGy	7,75 ± 1,5a
	3,0 kGy	6,38 ± 1,7b
	5,0 kGy	4,78 ± 1,8c
<b>Sabor</b>	0 kGy	6,08 ± 2,0b
	0,5 kGy	5,90 ± 1,5b
	1,0 kGy	7,20 ± 1,5a
	3,0 kGy	5,33 ± 1,9bc
	5,0 kGy	4,48 ± 1,9c

<sup>1</sup>Média ± Desvio Padrão<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p < 0,05).

Comparando através do teste de Tukey as amostras de arroz cozido, o atributo de aparência a dose de 5kGy apresentou diferença significativa (p < 0,05). Quanto ao aroma as doses de 0, 0,5kGy e 1,0kGy apresentaram as maiores médias e não apresentaram diferença estatística, situando-se no atributo "gostei ligeiramente". Os atributos de textura, cor e sabor apresentaram a maior média na dose de 1,0 kGy que diferiu estatisticamente das demais doses. Os atributos situaram-se em "gostei moderadamente".

**CONCLUSÕES:** O tratamento que obteve a maior aceitabilidade foi a dose de 1,0 kGy para os atributos de aparência, textura, cor e sabor. Portanto até esta dose é possível utilizar a irradiação para controle de pragas de grãos armazenados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia – NBR 12806. São Paulo: ABNT, 1993.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Normas para pesquisa envolvendo seres humanos** (Resolução CNS no. 196/96 e outras) 2º. Edição ampliada. Brasília: Ministério da Saúde, 2003 p.64.

CHAVES, J.B.P; SPROESSER, R.L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1996, p.81.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Editora Universitária Champagnat. 1996.

MORALES, A.A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Zaragoza: Acribia, 1997.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Food irradiation: A technique for preserving and improving the safety of food.** Geneva: OMS, 1988.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices.** New York, academic Press, 1985, 311p.

## **DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DE MICROONDAS PARA PRODUÇÃO DE FARELO DE ARROZ ESTABILIZADO DIRETAMENTE NO GRÃO EM CASCA**

*ROCHA<sup>1</sup>, C. R., MARSAIOLI<sup>2</sup>, A. J.*

**INTRODUÇÃO:** As propriedades intrínsecas do aquecimento por microondas, de penetração instantânea e rápida conversão da energia eletromagnética em calor no interior do produto tratado, com absorção seletiva da energia pelas zonas mais úmidas, representa uma oportunidade tecnológica inovadora. Este trabalho empregou estas propriedades do aquecimento por microondas no tratamento de estabilização do farelo diretamente no arroz em casca, inativando as enzimas presentes nos grãos de arroz, sem causar quebra dos grãos durante o beneficiamento. Para se obter esta estabilização é necessário que se atinjam temperaturas acima de 70°C no grão de arroz, porém se estas temperaturas forem obtidas por processos convencionais que dependem da transferência de calor por convecção e condução do exterior para o interior dos grãos, isto pode causar elevados gradientes de tensão interna nos grãos, que irão provocar uma excessiva redução no rendimento de grãos inteiros durante o beneficiamento do arroz. Com a utilização da energia de microondas, que gera calor interno, é possível obter um aquecimento da massa do grão sem que haja o surgimento de elevados gradientes de tensões internas no grão de arroz. O objetivo deste trabalho foi desenvolver técnicas de tratamento por microondas capazes de produzir a efetiva inativação enzimática nos grãos, pelo calor gerado pelas microondas, sem causar quebras e também avaliar a eficácia da inativação da lípase pela determinação do teor de ácidos graxos livres (AGL) formados no farelo estabilizado e com diferentes intervalos de armazenamento.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Os experimentos foram realizados no Laboratório de Microondas Aplicadas da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, utilizando como material amostras de arroz (*Oriza Sativa* L.) cultivar IAC-103, fornecido pela estação experimental do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), Fazenda Experimental de Pindamonhangaba / SP. Os principais equipamentos utilizados na realização dos experimentos foram o aplicador de microondas com controle automático de temperatura, modelo MDS-2100, fabricado pela empresa CEM Corporation, onde foram tratadas as amostras e o beneficiador padrão para arroz marca SUZUKI, modelo MT81, constituído de descascador e brunidor para extração do farelo do arroz, utilizado para extrair o farelo. A análise da atividade enzimática foi determinada utilizando o espectrofotômetro marca Perkin-Elmer modelo UVNiS, Lambda 3. A determinação do teor de ácidos graxos livres (AGL) no óleo extraído do farelo foi realizada utilizando a técnica de titulação com reagente, de acordo com o método da AOCS, [Método AOCS, Ca 5a-40, 1989]. Para a realização dos experimentos, o arroz foi colhido com o maior teor de umidade possível e acondicionado em embalagens plásticas e estas armazenadas em caixas térmicas de forma

<sup>1</sup> Engenheiro mecânico, Doutor em Engenharia de Alimentos, Unifei - Instituto de Recursos Naturais, Caixa Postal 50, CEP 35500-903, Av. BPS, 1303, Itajubá, MG. Fone (35) 3629 1446. [carrobro@unifei.edu.br](mailto:carrobro@unifei.edu.br)

<sup>2</sup> Engenheiro mecânico, Doutor em Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, SP.

a evitar a perda de umidade. Deste arroz, com 25 % de umidade, foram retiradas as amostras utilizadas no tratamento por microondas, nas condições correspondentes aos ensaios com maior teor de umidade. Na execução dos ensaios as amostras foram colocadas em recipientes de teflon®, 50 g em cada um, num total de 6 recipientes por ensaio e levadas ao forno aplicador de microondas MDS-2100 que opera a 2450 MHz e com 950 W de potência de saída. A medida e o controle automático da temperatura era feita mediante um sensor de temperatura por fibra ótica introduzida em um dos recipientes de teflon®. O forno era programado para cada ensaio com as condições de tratamento (temperatura de tratamento e tempo de tratamento), sendo os tratamentos executados automaticamente pelo forno. A secagem das amostras tratadas foi realizada em estufa climatizada, com ar aquecido a uma temperatura em torno de 40 °C, por aproximadamente 18 horas, tempo necessário para que a umidade dos grãos de arroz atingisse 12 %. O beneficiamento das amostras de 100 g de arroz seco (12 % de umidade) foi realizado no beneficiador padrão, onde foram descascadas. O arroz descascado obtido foi brunido para remover o farelo, com tempo de brunimento de 1 minuto, produzindo em média 7,1 a 7,5 g de farelo. O farelo foi passado por uma peneira com abertura de 0,42 mm (padrão ABNT, no 40) e as partículas que atravessaram esta tela foram usadas como amostras. Para as determinações das atividades enzimáticas no farelo de arroz, a análise de atividade de peroxidase foi escolhida para ser usada como um rápido indicador do efeito do tratamento por microondas, pois este ensaio é mais rápido e mais simples que a determinação de atividade de lipase (Tao et al., 1993) e as amostras de farelo estabilizado também foram analisadas para determinação do conteúdo de ácidos graxos livres em diferentes intervalos de armazenamento. As determinações de atividade de peroxidase foram administradas pelo método de Vetter et al. (citado por Tao et al. 1993), com ligeiras modificações no tamanho das amostras e na concentração da enzima. A determinação do teor de ácidos graxos livres (AGL) do farelo de arroz foi realizada a partir da extração do óleo do farelo, efetuada em extratores soxhlet, utilizando acetona como solvente. Amostras com 15 g de farelo foram adicionadas a um erlenmeyer de 250 mL contendo 50 mL de acetona, em seguida a mistura foi transferida para um extrator, conectado a um balão de 500 mL com aproximadamente 100 mL de acetona, onde promoveu-se o aquecimento, a 60 °C para refluxo por 4 horas. Os lipídios foram recuperados em solvente e levados à evaporação em rota- evaporadores, onde se obteve o óleo das amostras de farelos. Para a determinação do conteúdo de AGL, o farelo de arroz estabilizado foi acumulado em bolsas de papel limpas e armazenado em uma incubadora (Modelo 332 NAPCO Científica Cia., Tualatin, OR). A temperatura e umidade relativa (RH) dentro da incubadora foram mantidas a  $33^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $75 \pm 5\%$ , respectivamente, para simular condições desfavoráveis de armazenamento. As amostras foram retiradas em intervalos de uma semana e a determinação do conteúdo de AGL foi realizada de acordo com uma versão modificada do método 02-01 da AACC (AACC 1976; Randall et al., 1985). Os lipídios foram extraídos por meio de hexano em extratores de Soxhlet por pelo menos 6 horas e foram recuperados em um volume total de 60 mL. Na execução da análise de AGL, o solvente foi removido de 10 mL do extrato e os lipídios remanescentes foram dispersos em 75 mL de álcool isopropílico seguido por 75 mL de fenoltaleína a 0,04 % em 95 % etanol (neutralizado com 0,2N KOH a uma cor rosa-lânguida). Alíquotas duplicadas de 50 mL foram tituladas com o padrão 0,016N KOH (preparado diariamente de uma solução 0,2N armazenada) para o primeiro aparecimento de um matiz de cor de pêssego. Um branco consistindo de 50 mL de uma mistura 1:1 de álcool isopropílico e neutralizado com fenoltaleína a 0,04 % em 95 % etanol também foi titulado. O conteúdo de AGL foi calculado como ácido oléico e foi expresso como porcentagem de lipídios totais. O conteúdo de lipídios totais foi medido gravimetricamente evaporando 50 mL do óleo residual a 110 °C por 4 horas. A porcentagem de óleo no farelo foi expressa em base seca.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados da análise da inativação da peroxidase pelos tratamentos por microondas do arroz úmido (25 %) por diferentes tempos e temperaturas estão listados na Tabela 1.



**Tabela 1.** Atividade de peroxidase do farelo tratado por microondas.

<i>Ensaio</i>	<i>Tempo (min.)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Peroxidase (absorbância)</i>	<i>Inativação (%)</i>
01	2:30	80	0,270	90,61
02	3:20	80	0,259	90,99
03	2:30	93	0,145	94,96
04	3:30	93	0,144	94,99
05	2:30	99	0,098	96,59
06	3:30	99	0,096	96,66
07	2:30	67	0,489	82,99
08	3:30	67	0,476	83,44
09	2:30	61	1,382	51,93
10	3:30	61	1,304	54,64
Sem Tratam.	-	-	2,875	0,00

Os resultados de teores de ácidos graxos livres (AGL), que determinam a eficácia da estabilização do farelo, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Conteúdo de ácidos graxos livres durante a estocagem.

<i>Farelo de arroz</i>	<i>Armazenagem (Semanas)</i>				
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
		<i>Acido Graxo (% Acido Oléico)</i>			
Recém colhido s/ trat. por MO	2,4	24,6	38,0	44,0	56,8
Recém colhido trat. por MO	2,8	3,0	3,2	3,3	3,2
Envelhecido s/ trat. por MO	7,6	37,4	54,3	66,9	68,3

O teor de AGL no farelo do arroz tratado por microondas praticamente não teve alterações significativas, mantendo-se entre 2,8 e 3,3 % depois de quatro semanas de armazenamento, enquanto que os farelos de arroz sem tratamento aumentaram o teor de AGL muito rapidamente. A variação do teor de AGL do farelo de arroz tratado por microondas está dentro da faixa aceitável para as indústrias beneficiadoras de arroz, processadores e nutricionistas (Sayre et al., 1982).

**CONCLUSÕES:** Os resultados deste estudo demonstraram que o farelo de arroz pode ser estabilizado diretamente no grão de arroz em casca úmido utilizando o tratamento de aquecimento por microondas para a inativação das enzimas do farelo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC – AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemistry Inc.**, St. Paul, MN, 1995.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of American Oil Chemists' Society.** Champaign, 1989 (com atualizações em 1996).

RANDALL, J. M.; SAYRE, R. N.; SCHULTZ, W. G.; FONG, R. Y.; MOSSMAN, A. P.; TRIBELHOM, R. E.; SAUNDERS, R. M. Rice bran stabilization by extrusion cooking for extraction of edible oil. **Journal of Food Science**, v.50, p.361-368, 1985.

SAYRE, R. N.; SAUNDERS, R. M.; ENOCHIAN, R. V.; SCHULTZ, W. G.; BEAGLE, E. C. Review of rice stabilization systems with emphasis on extrusion cooking. **Cereal Foods World**, v.27, n.7, p.317-322, 1982.

TAO, J.; RAO, R. M.; LIUZZO, J. A Thermal efficiencies of conventional and microwave heat stabilization of rice bran. **Louisiana Agriculture**, n.36, v.3, 1993.

## AVALIAÇÃO VISUAL E UMIDADE DE FARELO DE ARROZ PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES

OLIVEIRA, M.G.C.<sup>1</sup>, BASSINELLO, P.Z.<sup>2</sup>, SILVA-LOBO, V. L.<sup>3</sup>, RINALDI, M.M.<sup>4</sup> CARMO, E.J.S.<sup>5</sup>

**INTRODUÇÃO:** Um dos principais subprodutos do beneficiamento do arroz é o farelo integral. Este produto constitui-se como uma excelente fonte de vitaminas, minerais, proteínas e óleo. Tradicionalmente, a maior parte da produção do farelo de arroz é destinada para a produção de fertilizantes, alimentação de animais e para a indústria cosmética, porém várias pesquisas têm sido conduzidas para melhor avaliação de seu potencial para a alimentação humana (Sotokuba, 2001). Em vários países, o farelo de arroz vem sendo utilizado como ingrediente em alimentos, aditivos em panificação, em misturas de farinhas como a de arroz, em snacks extrusados, em cereais prontos para o consumo, alimentos infantis como crisps, em granolas e barras de cereais, e coberturas em panificação (Bassinello, 2005). Considerando a baixa vida útil do farelo integral de arroz, sua abundância, baixo custo de obtenção e, principalmente, seu potencial como ingrediente em produtos alimentícios de alto valor nutricional para humanos, especialmente como fonte de fibras e proteínas, este trabalho visa correlacionar o teor de umidade com a aparência visual do subproduto durante armazenamento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As amostras de farelo de arroz analisadas foram obtidas das agroindústrias Irgovel- Indústria Rio Grandense de Óleos Vegetais Ltda., Pelotas-RS e Agroindustrial Urbano Ltda., de Sinop-MT. As amostras foram divididas em subamostras submetidas a diferentes tratamentos térmicos. A amostra de farelo de arroz da empresa Irgovel estava na forma pelletizada (FEI) e foi moída em moinho analítico IKA A11 BASIC, buscando a semelhança com as demais amostras. A amostra de farelo de arroz integral obtida da Agroindustrial Urbano Ltda. foi separada em três subamostras sendo: amostra de farelo de arroz integral (FIU); amostra de farelo de arroz tostado em panela de aço inox (marca Tramontina), em fogão Dako seis bocas (FIF), por seis minutos em chama baixa, à 80°C; amostra de farelo de arroz tratada em forno microondas Samsung (FIM), por seis minutos em potência cinco (potência média), sendo homogeneizada a cada dois minutos; e a amostra de farelo de arroz parboilizado (FPU), supostamente já estabilizado pelo próprio tratamento hidrotérmico a que foi submetido na parboilização. Todas as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas (polipropileno) vedadas e armazenadas sob condições ambientais monitoradas em sala de apoio da Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antônio de Goiás-GO. Os dados médios de umidade relativa do ar e de temperatura foram coletados diariamente por meio de higrógrafo e termógrafo, respectivamente. Aos 0, 5, 10, 15 e 30 dias de armazenamento foi determinada a umidade das amostras por método gravimétrico (AOAC, 1990) e o aspecto visual foi avaliado por duas pessoas envolvidas nas análises, observando-se a coloração, a presença de impurezas e formação de grumos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições e os dados analisados com o auxílio do software STAT – Sistema para Análise Estatística - Unesp, Campus Jaboticabal-SP, sendo os resultados expressos em porcentagem.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As amostras tiveram seus teores de umidade determinados em cinco períodos, que corresponderam ao tempo de armazenamento de 0, 5, 10, 15 e 30 dias. Durante esse período, a média da umidade relativa do ar foi de 54,55% ( $\pm$  7,71%) e a temperatura média de 27,12°C ( $\pm$  1,64°C). As amostras ao final do período de armazenamento apresentaram coloração diferente da coloração inicial, tendendo ao esbranquiçado, possivelmente devido a presença de microrganismos. Algumas embalagens

<sup>1</sup> Estudante de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO. Fone: (62) 3533-2189 E-mail: marciacoliveira@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Doutor em Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Pesquisador, Doutor em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás

<sup>4</sup> Prof. Doutor em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, GO.

<sup>5</sup> Estudante de Biologia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO.

apresentaram injúrias, e a presença de insetos. Observa-se na Tabela 1 que a umidade da amostra FIF, no tempo 0 (zero), foi significativamente menor em relação a todos os outros tempos de armazenamento e que nos tempos 5 e 10 dias a umidade foi significativamente menor em relação aos 15 e 30 dias de armazenamento. A amostra FEI, por sua vez, apresentou umidade significativamente menor nos tempos de armazenamento de 0 (zero), 10 e 30 dias em relação aos 15 dias de armazenamento. Já a amostra FIM teve umidade significativamente menor no tempo 0 (zero) em relação a todos os outros tempos de armazenamento. Nos tempos 0, 5, 10 e 30 dias de armazenamento, os teores de umidade das amostras FIF, FEI e FIM diferiram entre si, enquanto os teores de umidade das amostras FIU e FPU foram iguais (Tabela 1). Aos 15 dias de armazenamento, todos os tipos de farelo diferiram entre si, sendo maior o teor de umidade do farelo FEI (12,20%) e menor o do FIF (5,20%). Os farelos com menor teor de umidade apresentaram partículas mais soltas e leves, do que aqueles com teor de umidade maior, os quais mostraram uma tendência maior para aglutinação das partículas, excetuando-se o FEI, em que as partículas estavam soltas após a trituração, apesar do alto teor de umidade. O farelo tratado em fogão (FIF) apresentou-se solto e leve, com aumento da coloração acastanhada e baixa umidade inicial. Já o tratamento em microondas reduziu o teor de umidade inicial do farelo (FIM), porém a um nível ainda superior à umidade do FIF, tendo sua coloração inicial mantida, mas com maior tendência de aglutinação das partículas, do que a apresentada inicialmente. O farelo FEI apresentou o maior teor de umidade, possivelmente devido à forma de sua apresentação em pellets, apresentando uma menor superfície exposta e menos favorável à perda de umidade, mas conservando sua aparência inicial, sem mudança de coloração.

**Tabela 1.** Valores de umidade\* (%) para diferentes tipos de farelo e tempos de armazenamento.

Tipo de Farelo**	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	5	10	15	30
FIU	7,80 a B	8,60 a B	8,53 a B	8,67 a B	8,07 a B
FPU	7,67 a B	8,27 a B	7,93 a B	7,60 a C	7,97 a B
FIF	1,80 c D	3,87 b D	3,47 b D	5,20 a E	5,00 a D
FEI	10,80 b A	11,27 ab A	10,67 b A	12,20 a A	10,60 b A
FIM	5,33 b C	7,20 a C	6,33 a C	6,53 a D	6,43 a C

\* Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A letra minúscula compara um mesmo tipo de farelo dentro dos diferentes tempos de armazenamento.

A letra maiúscula compara os diferentes tipos de farelo dentro de um mesmo tempo de armazenamento.

\*\* FIU: Farelo Integral da Agroindustrial Urbano; FPU: Farelo Parboilizado da Agroindustrial Urbano; FIF: Farelo Integral tostado em Fogão (Agroindustrial Urbano); FEI: Farelo Estabilizado da Irgovel e FIM: Farelo Integral tratado em Microondas (Agroindustrial Urbano).

**CONCLUSÕES:** O farelo tratado em fogão (FIF) apresentou um menor teor de umidade e aparência adequada para uso na alimentação humana até o final do armazenamento, o que pode indicar um tratamento térmico eficiente para o aumento da sua vida de prateleira.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Dr. Paulo Hideo Rangel Nakano (Embrapa Arroz e Feijão) pela colaboração. À Universidade Estadual de Goiás e ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1298 p.

BASSINELLO, P.Z. **Farelo de arroz, um alimento saudável.** Disponível em: <<http://www.boletimpecuario.com.br/artigos>> acesso em 18/10/2005.

SOTOKUBA, C.M.K. **Farelo de arroz como fonte de antioxidantes.** São Paulo: FACIS-IBEHE, 2001. 33p. (Monografia – Especialização em Terapia Ortomolecular, Nutrição celular e Longevidade).

## DESEMPENHO DE SEMEADORA NO PLANTIO DIRETO DO ARROZ INFLUENCIADO POR TIPOS DE SULCADORES E DE COMPACTADORES DE SULCOS

JOSÉ GERALDO DA SILVA<sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** No plantio direto do arroz, a semeadora adubadora deve distribuir uniformemente o adubo e a semente no solo de forma a favorecer o estabelecimento de uma população adequada de plantas. Para isso, é necessário existir um bom condicionamento físico do solo ao redor das sementes, o qual pode ser obtido pelo uso de máquinas bem configuradas em relação aos sulcadores e aos compactadores de sulco. A compactação do sulco de plantio feita pela semeadora adubadora melhora o contato do solo com as sementes, permitindo que elas absorvam água mais cedo e germinem mais rapidamente. Hummel et al. (1981), trabalhando com diferentes tipos de rodas compactadoras na semeadura da soja, verificaram que o desenho e a operação da roda compactadora teve considerável influência sobre o meio ambiente do solo em torno da semente. Beduschi et al. (1986) observaram que a compactação do solo no sulco de semeadura beneficiou a emergência do arroz e proporcionou maior massa da matéria seca da parte aérea. Soares & Carrão (1993) verificaram que o uso de roda compactadora de solo sobre as sementes proporcionou aumentos de 40% no estande de plantas e de 15% na produtividade do arroz, cultivado em várzea. As máquinas desprovidas de rodas compactadoras proporcionaram uma maior infestação de pulgão da raiz nas plantas (Ferreira et al., 1995) e um menor índice de velocidade de emergência do arroz (Silva et al., 1998). Este trabalho teve o objetivo de estudar, em três anos cultivo, o efeito de configurações de sulcadores e de compactadores de uma semeadora sobre a cultura do arroz no sistema de plantio direto .

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi instalado nas safras de verão de 2002, 2003 e de 2004, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Utilizou-se um delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3X3. Os fatores estudados foram três tipos de sulcadores (A1: disco duplo defasado semeador/adubador; A2: disco de corte da palhada mais disco duplo defasado semeador/adubador e A3: disco de corte da palhada com facão adubador mais disco duplo defasado semeador) e três tipos de compactadores de sulco de plantio (B1: roda de ferro em bisel; B2: rodas de borracha em "v" e B3: roda de borracha convexa). Cada parcela possuía 30 m de comprimento e 2 m de largura. O plantio foi realizado por uma semeadora adubadora, tracionada por trator, adaptada para receber os diferentes mecanismos sulcadores e compactadores. Os mecanismos foram ensaiados em terreno com palhada de soja. Foi utilizada a cultivar de arroz de terras altas Aimoré, semeada no espaçamento de 40 cm entre linhas e na densidade de 90 sementes por metro. Em cada parcela foram avaliados o número de sementes descobertas em 3 m de duas fileiras de plantas; a profundidade de semeadura em dois locais; a velocidade de emergência; as porcentagens de espaçamentos entre sementes aceitáveis e irregulares; os componentes da produtividade e a produtividade do arroz em áreas de 16 m<sup>2</sup>. A cada período de dois dias, do início ao fim da emergência do arroz, foram feitas contagens do número de plântulas dentro das parcelas experimentais para se determinar o índice de velocidade de emergência. As distâncias entre plantas foram medidas com o auxílio de uma trena graduada, numa extensão de 1 m de duas fileiras de plantas, em cada parcela. Por

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutor em Energia na Agricultura, Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, Fone (62) 3533 2187, jgeraldo@cnpaf.embrapa.br

meio dessas medições foram obtidas as porcentagens de espaçamentos aceitáveis e irregulares. A porcentagem de espaçamentos aceitáveis foi calculada considerando todos os espaçamentos entre plantas de 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento médio esperado. Os valores obtidos fora deste limite foram considerados como irregulares.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos em três anos de cultivos do arroz estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Em função do ano agrícola, constata-se diferenças significativas para os parâmetros sementes descobertas por metro, profundidade de semeadura, índice de velocidade de emergência de plântulas, número de panículas por metro quadrado, massa de 1000 grãos, grãos por panícula, porcentagem de vazios e produtividade de grãos. O número de sementes descobertas por metro e a profundidade de semeadura são dependentes da regulação empregada na semeadora adubadora e esta, provavelmente, diferiu em função dos anos agrícolas. A velocidade de emergência foi maior em 2002/2003. Em 2003/2004 e 2004/2005 os valores foram semelhantes. A produtividade de grãos foi menor no terceiro ano de cultivo, o que pode estar relacionado à menor produção de grãos por panícula e de maior porcentagem de grãos vazios. O tipo de sulcador da semeadora adubadora influenciou o número de sementes descoberta, a profundidade de semeadura e o índice de velocidade de emergência. O sulcador mais simplificado, provido de apenas um conjunto de discos duplos defasados, não foi eficiente para cortar o solo, no plantio direto, e depositar as sementes no sulco adequadamente. Esse mecanismo proporcionou maior número de sementes descobertas e menores profundidade de semeadura e índice de velocidade de emergência de plântulas. A velocidade de emergência com o sulcador A1 foi semelhante a A2. A utilização do facão, para formar o conjunto sulcador, promoveu melhor preparo do sulco, favorecendo a germinação das sementes. Os componentes da produtividade e a produtividade não foram afetados pelos tipos de sulcadores. A operação dos diferentes compactadores de sulco de plantio (roda de ferro, roda "V" e roda convexa) não interferiu nos parâmetros avaliados a exceção dos percentuais de espaçamentos entre plantas aceitável e irregular, em que o compactador de roda de ferro fundido proporcionou melhor uniformidade de plantio que a roda em "V". A qualidade de plantio produzida pela roda de ferro foi semelhante a da roda convexa.

**Tabela 1.** Sementes descobertas por metro quadrado pós plantio (SD), profundidade de semeadura em mm (PS), índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagens espaçamentos entre sementes aceitáveis (ACE) e irregular (IRR) em função do ano agrícola, do tipo de sulcador e do compactador de sulco da semeadora adubadora. Santo Antônio de Goiás, 2005<sup>1</sup>.

<i>Tratamento</i>	<i>SD</i>	<i>PS</i>	<i>IVE</i>	<i>ACE</i>	<i>IRR</i>
<b>Ano Agrícola</b>					
2002/2003	8,8 a	26 a	5,2 a	34	66
2003/2004	5,1 b	28 a	2,3 b	32	68
2004/2005	1,7 c	15 b	2,9 b	38	62
<b>Sulcador<sup>2</sup></b>					
A1 = (DDD)	12,7 a	19 b	2,8 b	30	70
A2 = (DC + DDD)	1,8 b	24 a	3,3 b	37	63
A3 = (DC + F + DDD)	1,1 b	26 a	4,3 a	37	63
<b>Compactador</b>					
B1 = Roda em "V"	5,6	24	3,2	27 b	73 a
B2 = Roda convexa	5,4	23	3,6	35 ab	65 ab
B3 = Roda de ferro	4,6	22	3,7	42 a	58 b
CV(%)	93,9	23,1	31,2	37,5	19,9

<sup>1</sup>Para cada coluna e em cada tratamento, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> DDD = sulcador de disco duplo defasado; DC = disco de corte de palhada; F = sulcador facão.

**Tabela 2.** Número de panículas por metro (PAN), massa de 1000 grãos em grama (M1000), número de grãos por panícula (GPAN), porcentagem de grãos vazios (VAZ) e produção de grãos (PROD), em função do ano agrícola, tipo de sulcador e do compactador de sulco da semeadora adubadora. Santo Antônio de Goiás, 2005<sup>1</sup>.

Tratamento	PAN	M1000	GPAN	VAZ	PROD
Ano Agrícola					
2002/2003	147 b	31,1 b	112 a	12,0 b	2555 a
2003/2004	158 b	34,1 a	113 a	5,5 c	2805 a
2004/2005	196 a	31,6 b	96 b	15,6 a	1957 b
Sulcador <sup>2</sup>					
A1 = (DD)	165	31,6	111	11,4	2390
A2 = (DC + DD)	166	32,6	103	11,0	2352
A3 = (DC + F + DD)	173	32,6	107	10,7	2574d
Compactador					
B1 = Roda em "V"	168	32,6	110	10,4	2350
B2 = Roda convexa	162	32,6	103	10,5	2393
B3 = Roda de ferro	171	31,6	109	12,2	2574
CV(%)	18,0	6,1	15,4	30,0	21,5

<sup>1</sup>Para cada coluna e em cada tratamento, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DDD = sulcador de disco duplo defasado; DC = disco de corte de palhada; F = sulcador facão.

**CONCLUSÕES:** O sulcador mais simplificado, provido de apenas um conjunto de discos duplos defasados, não foi eficiente para cortar o solo, no plantio direto, e depositar as sementes no sulco adequadamente. A produção de grãos não foi afetada por esse mecanismo, mas ele proporcionou maior número de sementes descobertas por metro e menores profundidade de semeadura, velocidade de emergência e uniformidade de plantio; a utilização do facão, para formar o conjunto sulcador, promoveu melhor preparo do sulco, favorecendo a germinação das sementes; o tipo de compactador de sulco (roda de ferro, roda "V" ou roda convexa), não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados no estabelecimento e na produção do arroz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDUSCHI, L.C.; ORTOLANI, A.F.; SALOMÃO JUNIOR, M. Influência da profundidade de semeadura e da intensidade de compactação sobre o solo na emergência e desenvolvimento do arroz (*Oryza sativa*, L), cultivar IAC-25. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15, 1986. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. P.305. (resumo)
- FERREIRA, E.; SILVA, J.G. da.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, D.R. Influência da mecanização do arroz de sequeiro na infestação e dano de *Rhopalosiphum Rufiabdominale* (SASAKI, 1899) (Homoptera: Aphididae). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.1, p.1211-1215, out. 1995.
- HUMMEL, J.W.; GRAY, L.E.; NAVE, W.R. Soybean emergence from field seedbed environments. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.24, n.4, p.872-878, 1981.
- SILVA, J.G. da.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I.P.; FERREIRA, E. Desempenho de semeadoras-adubadoras no estabelecimento da cultura do arroz de sequeiro. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.33, n.1, p.63-70, jan.1998.
- SOARES, A.L.A.; CARRÃO, V.H. Plantio direto de arroz irrigado: uma ponte entre passado e futuro. Porto Alegre, 1993. 32p.

# **Mercado e Conjuntura**





# AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ARROZ: MOTIVO DE COMEMORAÇÃO OU DE PREOCUPAÇÃO?

WANDER<sup>1</sup>, A.E.

**INTRODUÇÃO:** O Brasil passou de importador líquido de arroz para autosuficiente na safra 2003/2004 (IEA, 2006), tendo aumentado consideravelmente as exportações do produto em 2005. O setor tem comemorado este aumento das exportações, pois as mesmas contribuíram para aliviar os efeitos do excesso de oferta de arroz no mercado interno após as safras recordes, que levaram à autosuficiência, e as importações que continuaram acontecendo. Porém, estas exportações que o país tem feito nos últimos anos representam um motivo para comemorar? Ou deveriam ser motivo de preocupação para o país? Assim, o presente trabalho visa analisar o desempenho do Brasil exportador de arroz com vistas a identificar gargalos e apontar oportunidades para o agronegócio rizícola no cenário internacional.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi realizado um levantamento das exportações de arroz do Brasil nos anos 2001 e 2005, onde foram analisados o volume exportado, o destino das exportações, o tipo de produto exportado e o seu respectivo valor. Os dados foram obtidos junto ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) por meio do sistema AliceWeb.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As exportações brasileiras de arroz apresentaram um crescimento vertiginoso nos últimos cinco anos. O volume exportado passou de 22 mil toneladas em 2001 para 272 mil toneladas em 2005 (+ 1.131%). Assim, também o valor das exportações brasileiras de arroz apresentou grande aumento, passando de 5,5 para 56,7 milhões de dólares neste mesmo período (+ 923%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Volume e valor das exportações brasileiras de arroz no período de 2001 a 2005.

Exportações de arroz	2001	2002	2003	2004	2005	var.2001-05
Volume (toneladas)	22.128	29.955	19.435	36.741	272.324	1.131%
Valor (1.000 US\$)	5.544	6.015	4.838	7.611	56.705	923%

Fonte: MDIC (2006).

Apesar do aumento considerável nas exportações, é visível a diferença entre o aumento da quantidade e do valor das exportações, mostrando uma redução no valor médio de cada tonelada exportada de US\$ 250 em 2001 para US\$ 208 em 2005 (Tabela 2). Conforme é mostrado na Tabela 2, o arroz quebrado ou trinca de arroz representa a categoria de menor valor agregado da pauta de exportações em todos os anos considerados no estudo.

**Tabela 2.** Valor médio das exportações de arroz em cada grupo de mercadorias segundo a Nomenclatura Comum do Mercosul, 2001 a 2005.

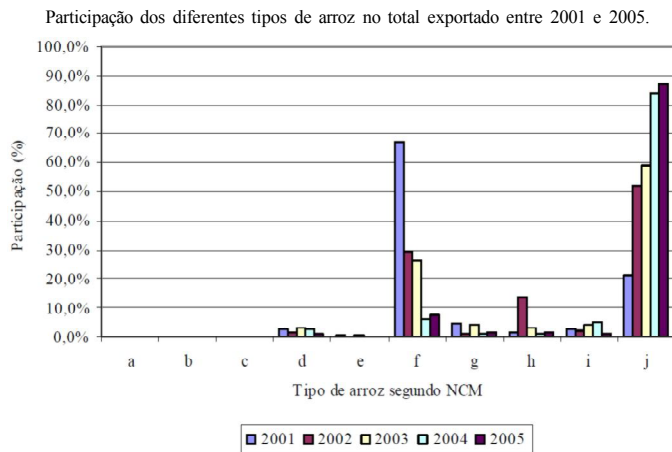
Mercadoria conforme Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)	Valor médio do produto exportado (US\$/t)*				
	2001	2002	2003	2004	2005
Arroz ("paddy") com casca, para sementeira	276,40	324,64	5.637,50	490,66	394,75
Arroz ("paddy") com casca, parboilizado (estufado)	-	-	790,48	682,50	457,00
Arroz ("paddy") com casca, não parboilizado (n/estufado)	250,00	1.084,21	1.044,64	598,16	360,89
Arroz ("cargo" ou castanho), descascado, parboilizado	400,29	313,43	383,15	349,78	334,01
Arroz ("cargo" ou castanho), descascado, não parboilizado	257,66	444,87	503,59	1.511,76	743,57
Arroz semibranqueado, etc. parboilizado, polido ou brunido	282,46	328,98	394,62	511,20	283,57
Outros tipos de arroz semibranqueado, etc. parboilizado	261,80	299,57	310,44	383,25	328,91
Arroz semibranqueado, etc. n/ parboilizado, polido, brunido	310,86	201,33	404,02	518,68	298,67
Outros tipos de arroz semibranqueado, etc.n/parboilizado	331,36	327,86	405,59	405,67	402,25
Arroz quebrado (trinca de arroz)	116,65	116,87	152,62	161,41	193,49
Média Geral	250,55	200,80	248,93	207,14	208,23

\* O valor médio de cada categoria foi obtido pela divisão do valor total exportado da categoria pelo volume total exportado da categoria.

Fonte: Estimado com base em dados de MDIC (2006)

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia Rural, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332184. E-mail: awander@cpnfp.embrapa.br.

Além das questões conjunturais internacionais que afetam os preços, uma das principais causas da diminuição do valor médio das exportações brasileiras de arroz está associada à qualidade do produto exportado. A Figura 1 mostra a participação dos diferentes tipos de arroz no total exportado pelo Brasil entre os anos 2001 e 2005.



- a = Arroz ("paddy") com casca, para semeadura  
 b = Arroz ("paddy") com casca, parboilizado (estufado)  
 c = Arroz ("paddy") com casca, não parboilizado (n/estufado)  
 d = Arroz ("cargo" ou castanho), descascado, parboilizado  
 e = Arroz ("cargo" ou castanho), descascado, não parboilizado  
 f = Arroz semibranqueado, etc. parboilizado, polido ou brunido  
 g = Outros tipos de arroz semibranqueado, etc. parboilizado  
 h = Arroz semibranqueado, etc. n/ parboilizado, polido, brunido  
 i = Outros tipos de arroz semibranqueado, etc. n/parboilizado  
 j = Arroz quebrado (trinca de arroz)

NCM = Nomenclatura Comum do Mercosul, utilizada igualmente pelos demais países participantes do bloco (Argentina, Paraguai e Uruguai), baseada no Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias (SH).

**Figura 1.** Participação das diferentes classificações de arroz de acordo com a Nomenclatura Comum do Mercosul no volume das exportações brasileiras entre 2001 e 2005.

Fonte: MDIC (2006).

Conforme é mostrado na Figura 1, percebe-se uma mudança de perfil das exportações brasileiras de arroz. Ocorreu uma redução drástica na participação do "arroz semibranqueado, etc. parboilizado, polido ou brunido" e um aumento considerável do arroz quebrado nas exportações. O "arroz semibranqueado, etc. parboilizado, polido ou brunido" possui valor médio acima da média geral dos produtos rizícolas da pauta de exportação do país, enquanto o arroz quebrado possui o menor valor entre os produtos exportados. O arroz trincado, produto de menor valor agregado, que representava 21% das exportações em 2001, representou 87% do produto exportado em 2005. Assim, o aumento do volume das exportações de arroz não pode ser visto como um grande progresso, uma vez que houve retrocessos quanto à qualidade e agregação de valor ao produto exportado. O país passou a ser exportador de maior escala, porém de matéria-prima de baixíssimo valor agregado.

**CONCLUSÕES:** Nos últimos cinco anos o Brasil aumentou significativamente suas exportações de arroz. O aumento das exportações se deu em produtos de baixo valor agregado. Assim, o Brasil tornou-se um exportador competitivo para arroz de baixa qualidade e pouco valor agregado. No médio e longo prazos, o país precisa buscar mercados para arroz de melhor qualidade e maior valor agregado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IEA. **Prognóstico Agrícola 2005/06.** Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=3700>>. Acesso em 23/01/2006.

MDIC. **Exportações brasileiras > Arroz > 2001 a 2005**. Sistema AliceWeb. Disponível em <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em 20/01/2006.

## INDICADORES DA EFICIÊNCIA DA COMERCIALIZAÇÃO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS E IRRIGADO NO BRASIL

MIRANDA<sup>1</sup>, S. H. G., SILVA,<sup>2</sup> G. S., FERREIRA,<sup>3</sup> C. M.

**INTRODUÇÃO:** O agronegócio passa por crise de renda, que no caso da rizicultura é mais grave devido ao excesso de oferta do arroz no Brasil e dos problemas com a qualidade do produto estocado. Essa situação associada a variabilidade dos preços do arroz em casca ao longo dos últimos anos fez aumentar os questionamentos sobre a forma como os ganhos se transmitem ao longo da cadeia do arroz no Brasil. Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o comportamento da comercialização do arroz de terras altas e compará-lo ao do arroz irrigado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** De acordo com Ferreira (2001), a eficiência da comercialização de um produto agrícola pode ser verificada considerando três características: 1) o comportamento dos preços, que não devem crescer nem diminuir constantemente; 2) as margens de comercialização não devem ser elevadas ou crescentes, salvo quando são incluídos novos serviços e melhoria da qualidade do produto final; e 3) existência de fluidez de informação no mercado. O item 3 pode ser analisado pela tempo que ocorre a transmissão de preços. Como representantes do arroz irrigado e de terras altas foram selecionados, respectivamente, os dois principais estados produtores, o Rio Grande do Sul e o Mato Grosso e os mercados varejista e atacadista da cidade de São Paulo. Esta localidade foi escolhida por se tratar do maior centro consumidor, com grande influência sobre os demais mercados nacionais. As séries de preços utilizadas consistem dos recebidos pelos produtores dos dois Estados (arroz em casca) e dos preços recebidos no mercado atacadista da cidade de São Paulo para arroz de terras altas (longo) e arroz irrigado (longo fino) e mercado varejista, também de São Paulo, do arroz irrigado, no período de janeiro de 1995 a julho de 2005. A fonte dos dados é a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Como deflator utilizou-se o IGP-DI (FGV), com base em julho de 2005. Para identificar se no período analisado houve alterações quanto ao custo de intermediação na comercialização entre os três níveis de mercado foram calculadas as margens de comercialização. Foram também verificadas as relações de causalidade entre as séries e estimadas as elasticidades de transmissão de preços.

Para o cálculo das margens foi considerado como quantidade equivalente do produto 1,47 kg de arroz em casca para produzir 1 kg de arroz beneficiado. Todos os preços do arroz em casca são multiplicados por este coeficiente para transformá-los em um equivalente para arroz beneficiado. Calcularam-se as margens totais (produtor-varejo), do atacado e do varejo, as absolutas e relativas. Considerando-se o tempo de transmissão e de ajustamento dos preços entre os segmentos analisados, foi necessário adotar a metodologia de cálculo das margens com defasagens. Assim, estimou-se a margem corrente (defasagem nula). Para a estimativa das elasticidades de transmissão, primeiramente foi analisada a existência de raízes unitárias nas séries de preços utilizadas no trabalho, segundo metodologia de Enders (1995). Todos os dados foram transformados em logaritmos. Em seguida, foram analisados os coeficientes de correlação cruzada entre preços de produtor e atacado e varejo, combinados dois a dois, para RS e MT. A observação desses coeficientes indicou o sentido da causalidade e o período de

<sup>1</sup> Engenheira Agrônomo. Doutora em Ciências (economia aplicada). Departamento de Economia, Administração e Sociologia. ESALQ /USP. Rua Campos Sales 1025 CEP 13.416.310 Piracicaba-SP. Email: smiranda@carpa.ciagri.usp.br.

<sup>2</sup> Economista. mestrando da ESALQ /USP:Av Dois Córregos, 2599, Convívio Grenn Vilage, rua 2 casa 662. CEP 13.420.750. Piracicaba-SP. Email: gssilva@carpa.ciagri.usp.br.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônomo. Mestre Ciências (economia aplicada). Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Email: magri@cnpaf.embrapa.br.

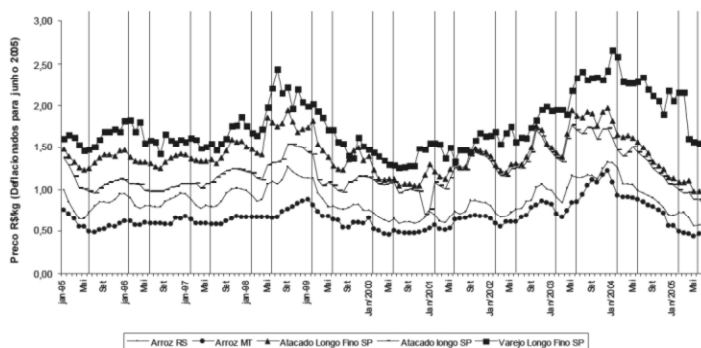
ajuste em que as variações de preços se transmitem de um segmento a outro. Para testar a existência de cointegração entre as séries foi adotada a metodologia de Engle & Granger. Em seguida, a partir das indicações obtidas da análise dos coeficientes de correlação cruzadas, e da definição das defasagens das séries obtidas pelo teste de Akaike e de Schwartz, foram estimadas equações para obter as elasticidades de transmissão de preços entre os segmentos analisados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Da Figura 1 destacam-se dois picos de preço: 1) safra 1998/99 e 2) safra 2003/04. Evidencia-se também que após o pico da safra 2003/04, o preço real do arroz iniciou um processo de queda, atingindo os menores valores do período de análise. Os meses de fevereiro-junho são os meses de colheita do produto em casca; sendo que entre junho-janeiro o mercado está na entressafra. Visualizam-se na Tabela 1 os valores das margens de comercialização do arroz no período de 1995 a 2005. A margem total apresentou um comportamento irregular, onde se notam dois picos: junho de 1998 e fevereiromarço de 2005. Observam-se patamares distintos. Um longo período abaixo da média, maio de 1999 a outubro de 2002, e outro extenso período, de novembro de 2002 até março de 2005, acima da média. Por isso, apresentou um desvio padrão significativo. Outra informação interessante é que o comportamento da margem total absoluta e relativa do arroz de terras altas e do arroz irrigado foi bastante semelhante, oscilando significativamente ao longo das safras e entressafras. Com relação à margem absoluta do varejo observou-se dois períodos distintos, um com maior distanciamento entre as margens do arroz irrigado e de terras altas, fevereiro de 1995 até meados de 2001 e outro período com as margens mais próximas, a partir do segundo semestre de 2001. Isso pode ser explicado pelo lançamento de cultivares de arroz de terras altas com melhor qualidade de grãos. A margem relativa do varejo apresentou alto desvio padrão, demonstrando que o consumidor pagou um preço variável pela intermediação neste nível de mercado. A partir de 2003 este índice apresentou uma tendência de crescimento. Isso pode ser justificado pelo fato de que grande parte do arroz esta sendo comercializado em supermercados, que exigem melhor padrão e cobram pela comodidade que esse tipo de ponto de venda oferece. As margens absoluta e relativa no nível de atacado, tanto para o arroz irrigado quanto para o arroz de terras altas, apresentaram magnitudes próximas, bem como suas variações. Os resultados obtidos mostraram que todas as séries de preços são integradas de ordem 1, e portanto os modelos foram estimados com as variáveis nas primeiras diferenças. A cointegração não foi verificada entre as séries utilizadas neste estudo. Pelos coeficientes de correlação, verificou-se que há uma relação contemporânea entre os preços pagos ao produtor e os preços no atacado, tanto do produto do RS quanto do arroz de terras altas do MT. Há relação de causalidade entre preços no atacado e varejo e entre preços ao produtor e o varejo. Nestes casos, o sentido de causalidade foi do atacado causando as variações nos preços do

**Tabela 1.** Médias e desvio padrão das margens de comercialização do arroz.

Margem	Tipo	Referência	Média	Desvio Padrão
Total	Absoluta	Mato Grosso <sup>1</sup>	1,10	0,22
		Rio Grande do Sul	0,90	0,21
	Relativa	Mato Grosso <sup>1</sup>	62,29	4,98
		Rio Grande do Sul	50,69	6,14
Varejo	Absoluta	Terras altas	0,55	0,23
		Irrigado	0,35	0,22
	Relativa	Terras altas	30,71	10,01
		Irrigado	18,99	9,88
Atacado	Absoluta	Terras altas	0,55	0,12
		Irrigado	0,55	0,09
	Relativa	Terras altas	31,58	7,56
		Irrigado	31,69	5,65

1 = No caso do arroz de Mato Grosso a margem é maior que o valor real porque não foi encontrada uma serie com preços desse tipo no varejo de São Paulo, foi utilizado o preço do arroz agulhinha.



**Figura 1.** Preços reais médios pagos aos produtores gaúchos e mato-grossenses de arroz em casca, preços do arroz longo e longo fino no mercado atacadista e do arroz longo fino no mercado varejista da cidade de São Paulo. Jan/95- Julho/2005.

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento, 2005. Adaptados pelos autores.

varejo. O sentido da causalidade também é do produtor para o varejo, ou seja, as variações de preços se iniciam no produtor e se transmitem ao varejo. Nestes dois casos, isto se verificou tanto para o arroz produzido no RS quanto em MT. Nas variações dos preços entre produtor e varejo e entre atacado e varejo do arroz agulhinha produzido no RS, observou-se que parte das variações dos preços se transmite imediatamente, mas parte ocorre também no primeiro e no segundo mês, considerada uma análise estática-comparativa. No caso da causalidade entre o atacado do arroz de terras altas e o varejo do agulhinha, e entre o produtor do MT e o varejo do agulhinha, as variações ocorrem a partir do primeiro mês e também no segundo.

**CONCLUSÕES:** A partir de 2003 observa-se que as margens relativas do varejo e do atacado apresentam comportamentos distintos, a primeira com tendência de crescimento e a segunda de diminuição. Considerando que a margem relativa total ficou mais estável, conclui-se que o consumidor pagou, proporcionalmente, mais pela intermediação entre o varejo e atacado, o que por este estudo não se sabe se decorre de maiores níveis de lucratividade do varejo ou de custos mais elevados. Em relação à margem total, tanto relativa como absoluta, o arroz de terras altas apresentou um maior valor em praticamente todo o período, o que necessita de mais estudos a fim de verificar se isto se deve a diferenças nos custos, por exemplo, de transportes na região do Centro-oeste. A transmissão mostra que a transmissão de preços entre os níveis de mercado ocorre em maior intensidade logo no primeiro mês após o choque, ou seja, a informação flui na cadeia. Para se chegar a um diagnóstico preciso se da dinâmica e eficiência da atividade, ou se efetivamente a atividade tem sido mais rentável na região é fundamental verificar as causas do aumento da margem total.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.R.D. **Custo, risco e margem de comercialização de arroz e de feijão no estado de São Paulo: análise dinâmica e teste de modelos alternativos.** 1994. 185p. Tese (Doutorado em Economia Agrária) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ENDERS, W. **Applied econometric times series.** New York: John Wiley & Sons, 1995. 433 p.

FERREIRA, C. M. **Comercialização de feijão no Brasil 1990-99.** Piracicaba, 2001. 145 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

# ESTIMATIVA DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO NO PROJETO RIO FORMOSO, EM 2006: COEFICIENTES TÉCNICOS, CUSTOS E RENTABILIDADE

SOARES <sup>1</sup>, D.M., THUNG <sup>2</sup>, M., GAMA <sup>3</sup>, F.R., SANTIAGO <sup>4</sup>, C.M., MARTINS <sup>5</sup>, E.C.

**INTRODUÇÃO:** O Estado do Tocantins possui uma área cultivada com arroz irrigado de 58.800 ha estando 95% localizada nos municípios de Formoso do Araguaia (23.770 ha), Lagoa da Confusão (25.000 ha), Dueré (6.200 ha) e Cristalândia (830 ha). Grande parte do arroz irrigado é praticada em áreas contínuas sistematizadas, bem representada no Projeto Formoso, no município de Formoso do Araguaia, fazendo parte do Vale do Javaés, que têm mais de 500 mil hectares de várzeas. Visando a conservação e preservação desse ambiente, está sendo desenvolvidos o projeto multidisciplinar e interinstitucional “Estratégia para reduzir custos e impactos ambientais associados ao manejo de pragas na cultura do arroz irrigado no ecossistema várzeas tropicais”. Uma das ações desse projeto é analisar o custo de produção; coeficientes técnicos, custo e rentabilidade da lavoura irrigada do arroz no Projeto Rio Formoso. Formoso do Araguaia é o segundo maior produtor de arroz do Tocantins e tem 77% de sua área cultivada localizada no Projeto Rio Formoso. Por essas características, optou-se por analisar esse custo de produção nesse local.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para desenvolver a análise dos custos do sistema de produção supracitado, foram considerados 34 itens relacionados aos coeficientes operações, insumos, administração e p s-colheita (Tabela 1). Os coeficientes apresentados na planilha são provenientes de trabalhos de campo desenvolvidos pelo Escritório da Ruraltins de Formoso do Araguaia e Embrapa Arroz e Feijão. Tomou-se como produtividade esperada a média de rendimento historicamente registrada no Projeto Rio Formoso, que é de 80 sacas de 60 kg por hectare.

Tabela 1. Custos de produção (R\$/ha) estimado do arroz irrigado no Projeto Rio Formoso. Formoso do Araguaia, TO, março de 2006.

Discriminação	OP	Un.	Qtd.	C. Un. (R\$)	C. ha <sup>1</sup> (R\$)	% Total	C. sc ha <sup>1 (2)</sup>
<b>A - OPERAÇÕES</b>							
Grade aradora	2	h/m	0,83	51,00	84,66	5,37	3,32
Grade niveladora	2	h/m	0,5	51,00	51,00	3,23	2,00
Semeadura + adubação de base	1	h/m	0,43	36,00	15,48	0,98	0,61
Operação manual de plantio	1	d/h	0,12	15,00	1,80	0,11	0,07
Rolagem (compactação)	1	h/m	0,4	36,00	14,40	0,91	0,56
Tratamento de semente	1	t	0,13	12,00	1,56	0,10	0,06
Transporte interno	1	ha	1	5,10	5,10	0,32	0,20
Irrigação/drenagem	1	hora	1	80,00	80,00	5,07	3,14
Colheita mecanizada	1	ha	1	86,00	86,00	5,45	3,37
Aplicação: herbicida pré	1	h/m	0,3	36,00	10,80	0,68	0,42
Aplicação: herbicida p s	1	h/m	1	36,00	9,00	0,57	0,35
Aplicação: uréia	2	h/m	1	36,00	72,00	4,56	2,82
Aplicação: inseticida/fungicida	2	h/m	1	36,00	72,00	4,56	2,82
Subtotal A					503,80	31,93	19,76

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2151, dino@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Consultor Fazenda Santa Angelina, Brejinho de Nazaré, TO.

<sup>3</sup>Extensionista, Ruraltins, Formoso do Araguaia, TO.

<sup>4</sup>Téc. Nível Superior, Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>5</sup>Secretário de Prod., Ind. e Com. Turismo e Meio Ambiente, Pref. Munic. de Formoso do Araguaia, TO.

Discriminação	OP	Un.	Qtd.	C. Un. (R\$)	C. ha <sup>-1</sup> (R\$)	% Total	C. sc ha <sup>-1</sup> (2)
<b>B - INSUMOS</b>							
Semente	1	kg	130	0,90	117,00	7,42	4,59
Fert.plantio: 5-25-15 + Premium II	1	kg	320	0,67	214,40	13,59	8,41
Fertilizante cobertura: uréia	2	kg	60	0,83	99,60	6,31	3,91
Óleo mineral	4	L	1	7,50	30,00	1,90	1,18
Fungicida:							
Vitavax-Thiran	1	kg	0,38	52,89	20,10	1,27	0,79
Bim 750 BR (parte aérea)	1	kg	0,25	198,00	49,50	3,14	1,94
Orus 250	1	L	0,4	117,87	47,15	2,99	1,85
Herbicidas:							
Herbadox	1	L	3	26,00	78,00	4,94	3,06
Goal BR	1	L	0,6	55,00	33,00	2,09	1,29
Clincher	1	L	0,9	82,27	74,04	4,69	2,90
Whips	1	L	0,3	127,15	38,15	2,42	1,50
Gladium	1	kg	0,1	380,00	38,00	2,41	1,49
Inseticida: Decis/Carbaril	3	L	0,67	48,30	32,36	2,05	1,27
Subtotal B					871,30	55,23	34,17
<b>C - ADMINISTRAÇÃO</b>							
M.O. Administrativa					33,64	2,13	1,32
Assistência técnica					13,75	0,87	0,54
Contab./Escritório					6,24	0,40	0,24
Luz/Telefone					7,19	0,46	0,28
Viagens					18,71	1,19	0,73
Subtotal C					123,17	7,81	4,83
<b>D - PÓS COLHEITA</b>							
Transporte até armazém					30,00	1,90	1,18
Secagem					49,38	3,13	1,94
Subtotal D					79,38	5,03	3,11
<b>Custo total (R\$/ha)</b>					1.577,65	100	61,87
<b>Receita (R\$ 25,50/sc)<sup>(1)</sup></b>					2.040,00		80,00
<b>Margem operacional líquida</b>					462,35		18,13
<b>Ponto de equilíbrio (R\$/sc)</b>							19,72
<b>Relação benefício/custo</b>							1,29

Fonte: Ruraltins/Formoso do Araguaia; Pesquisa de campo. <sup>1</sup>valor da saca de 60 kg em TO no dia 21/3/06 (Agrolink) <sup>2</sup>Custo em sacas por hectare considerando o preço de comercialização de R\$ 25,00. OBS: OP: operações; Un.: unidade; Qtd.: quantidade; C. Un.: custo unitário; C. ha<sup>-1</sup>: custo por hectare.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O custo total por hectare para a produção de arroz irrigado no Projeto Formoso, em março de 2006, foi em torno de R\$ 1.578,00. O gasto com insumos representou mais de 55% da despesa total. As despesas com sementes, fertilizantes e óleo mineral, neste grupo de coeficientes, compreenderam 30%, sendo maiores com os fertilizantes, seguidos pelos herbicidas com 17%. Os gastos com fungicidas foram inferiores a 8% e com inseticida em torno de 2% do custo total. As despesas com operações na lavoura de arroz irrigado foi de 32%. Nesse grupo, o manejo fitossanitário foi responsável por 10% e os demais itens por 21,6%. Os gastos com pós colheita foi o que menos incidiu no custo total da lavoura. Considerando que o valor atual da saca de 60 kg do arroz longo fino em Tocantins é R\$ 25,50 (Agrolink, 2006) e que a produtividade esperada é de 80 sc ha<sup>-1</sup>, o custo da lavoura é de 61,87 sacas por hectare. Os itens de despesas mais elevados foram, em ordem decrescente: fertilizante de cobertura (uréia), colheita, grade aradora e herbadox. Entretanto, a receita bruta é de 30% maior que o custo de implantação, condução e comercialização do arroz irrigado nesse local. O lucro é de 18 sacas ha<sup>-1</sup>. A alta incidência de doenças, principalmente a brusone, responsáveis por perdas significativas na produção e a qualidade de grãos constituem fatores limitantes para o aumento da lavoura orizícola no Estado do Tocantins. O clima e o manejo deficiente da irrigação são responsáveis pelo surgimento da doença fúngica. (Planeta Arroz, 2005).

Mas, conforme Figura 1, o preço médio do arroz (em grão) no Brasil, período de 1990 à 2004 foi de R\$ 36,23 e o preço atual do arroz longo fino em Tocantins é 30% inferior à essa média nacional. Isso demonstra que, seguindo às tecnologias preconizadas, o cultivo do arroz é economicamente viável.

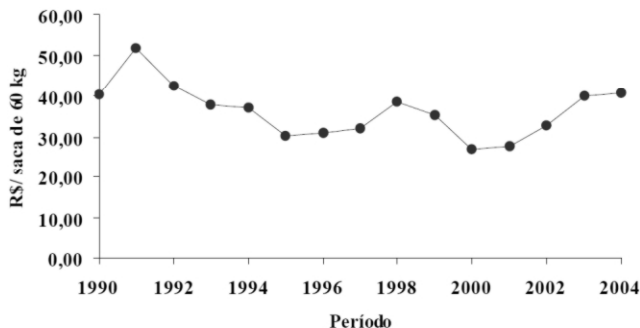


Figura 1. Preços recebidos pelos produtores de arroz em grãos, no Brasil, no período de 1990 a 2004.

**CONCLUSÃO:** Os coeficientes técnicos, custos de produção e rentabilidade da produção de arroz irrigado no Projeto Rio Formoso, em 2006, demonstram lucro líquido de 30% com essa cultura, portanto, economicamente viável.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGROLINK**, disponível em: <http://www.agrolink.com.br/index.asp>. Acessado em: 21/3/06. **MAPA**, disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/estatisticas/06.17>. Acesso em: 1/3/06.

**Planeta Arroz**. Rotação inteligente: cabe um RS no Tocantins. Cachoeira do Sul: Casa Brasil, n. 5, agosto/2005.

## O AGRONEGÓCIO DO ARROZ IRRIGADO EM RORAIMA

CORDEIRO, A. C. <sup>1</sup>; MOURÃO JR. M.C.<sup>2</sup>; MEDEIROS, R. D. de<sup>1</sup>, GIANLUPPI, V<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz irrigado é um dos produtos mais importantes do setor agrícola de Roraima, sendo que seu cultivo é realizado duas vezes por ano, 70% no período seco (outubro a março) e os restantes 30% no período chuvoso (abril a setembro). As cultivares mais utilizadas são as BRS Taim, IRGA 417, BR IRGA 409 e Roraima, que possuem ciclo de 100 a 110 dias, e em menor escala a BRS Jaburu que possui ciclo de 120 dias. O sistema de produção é praticado por cerca de 25 produtores que cultivam área média de 600 hectares/ano, sendo que as maiores lavouras ocupam áreas acima de 1.000 hectares/ano (Amazônia, 2004). Apesar de ser praticado há 25 anos e ser considerado uma das principais atividades agrícolas, poucos são as publicações com relato histórico e análise da atividade em Roraima. Assim, o objetivo deste trabalho foi o de realizar uma análise simplificada da cadeia produtiva do arroz irrigado no Estado, visando informar e analisar dados históricos e subsidiar produtores, técnicos, pesquisadores e estudantes quanto ao agronegócio do arroz.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Roraima, Caixa Postal 133, CEP 69.301-970, Boa Vista RR.. Fone (95) 36267125. [acarlos@cpafrr.embrapa.br](mailto:acarlos@cpafrr.embrapa.br).

<sup>2</sup> Biólogo, MSc. Pesquisador da Embrapa Roraima

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc. Pesquisador da Embrapa Roraima



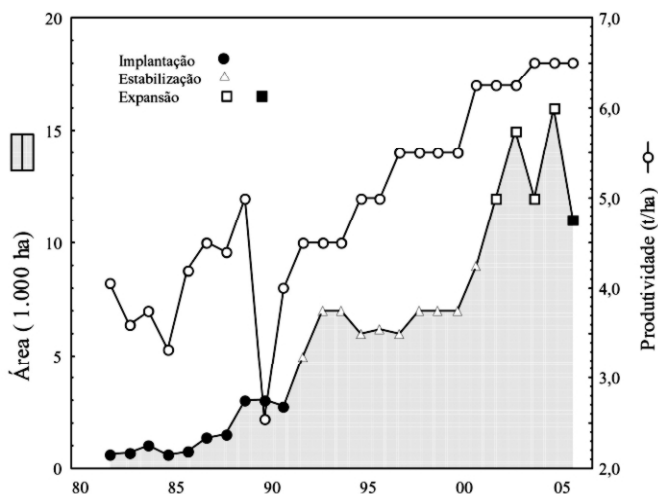
**MATERIAL E MÉTODOS:** Efetuou-se a reunião de informações referentes a área colhida em hectares, quantidade produzida e produtividade média do arroz irrigado em toneladas no período relativo aos anos agrícolas de 1981/82 a 2005/06, além de consultas junto ao Banco da Amazônia e a Associação dos Arrozeiros de Roraima, quanto a custo de produção e geração de emprego e renda. As inferências quanto a sazonalidade do período supracitado, bem como sua possível estacionalidade, foram realizadas por meio de análise de séries temporais. A sazonalidade, foi indicada por meio do teste de aleatoriedade de Durbin-Watson (d(D-W)) para determinação de independência temporal na série cronológica (Diggle, 1991). As análises foram conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Excel e do pacote estatístico STATISTICA 5.5 (StatSoft, Inc. 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 e na Figura 1 são apresentados os dados de área colhida (ha), quantidade produzida (t) e produtividade média (t/ha) do arroz irrigado no período de 1981/82 a 2005/06, perfazendo um total de 25 anos. Todos os indicadores apresentaram sazonalidade, segundo a estatística de Durbin-Watson ( $p < 0,05$ ). Analisando-se os dados relativos as décadas de 1980, 1990 e 2000 verifica-se que a série apresenta-se segmentada em, praticamente, três fases: a de implantação (1981 a 1990), a de estabelecimento (1991 a 2000) e a de expansão do cultivo (a partir de 2001), que resultaram no fortalecimento do agronegócio, tornando a atividade como uma das mais organizadas no estado. Em conseqüência, isto refletiu-se no crescimento da produção local, onde nos últimos seis anos (Figura 1), a área colhida com arroz apresentou um crescimento médio por ano de 25 a 30%, com exceção para o ano agrícola 2005/06, cuja estimativa é de redução, provavelmente decorrente da alta oferta do produto no país.

**Tabela 1.** Valores médios mínimos e máximos de área cultivada e produtividade em função dos períodos históricos da cultura do arroz irrigado em Roraima.

Período	Anos	Área (ha)			Produtividade (t/ha)		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Implantação	1981-1990	1.532	602	3.025	3,94	2,55	5,00
Estabelecimento	1991-2000	6.720	5.000	9.000	5,18	4,50	6,25
Expansão	2001-2005	13.200	11.000	16.000	6,40	6,25	6,50

A produtividade média no mesmo período apresentou crescimento de 4%, mas se forem considerados os últimos dez anos, o aumento corresponde a 23%, ou seja, passou de 5,18 para 6,40 t/ha (Tabela 1). Ajustes tecnológicos em componentes do sistema de produção e a recomendação de novas cultivares pela pesquisa local foram, provavelmente, os responsáveis por esse ganho significativo na produtividade. Segundo a Associação dos Arrozeiros de Roraima, da produção obtida, 20 a 30% abastece o mercado local e os restantes 70 a 80% são exportados para outros estados da região Norte, com ênfase no estado do Amazonas, cuja demanda apenas na cidade de Manaus corresponde a 90.000 toneladas de arroz beneficiado. Além disso, parte da produção também é exportada para outros mercados como os do Pará, Amapá e mais recentemente, Ceará. Assim, há potencial para crescimento significativo da área cultivada em Roraima. Cordeiro e Medeiros (2005), citam que, mantida a atual produtividade média e as demandas de mercados há potencial para a expansão de área para cerca de 50.000 hectares. Entre os principais entraves da cultura destaca-se o elevado custo de produção, que é de R\$ 3.035,00 por hectare, sendo que, 42% dos custos são atribuídos a óleo diesel (28%) e fertilizantes (14%) (Banco da Amazônia, 2005). Por outro lado, a produção local tem permitido colocar o produto na mesa do consumidor a um preço 73% mais barato que outras marcas trazidas de outros estados. Enquanto o quilo do arroz tipo 1 produzido em Roraima encontra-se a R\$1,50 o arroz importado de outros estados é vendido, em média, a R\$ 2,60 o quilo. O agronegócio do arroz no Estado gera cerca de 1.000 empregos diretos, sendo 600 na lavoura, 200 na indústria, 50 no transporte e 150 na prestação de serviços, além de cerca de 6.000 indiretos, movimentando cerca de R\$ 60 milhões por ano, representando 10,25% do Produto Interno bruto (PIB) de Roraima que é de R\$1,2 bilhão (Cordeiro e Medeiros, 2005).



**Figura 1.** Série cronológica de área de cultivo de arroz irrigado e produtividade no estado de Roraima. Fonte: Cordeiro e Medeiros (2005).

**CONCLUSÕES:** Pelos dados analisados pode-se concluir pela viabilidade técnica e econômica do agronegócio do arroz em Roraima, o que permitiu em 25 anos, sua auto-suficiência, a geração de empregos, renda e redução significativa do preço final do produto ao consumidor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZÔNIA OPORTUNIDADES E NEGÓCIOS. **Amazônia só energia!** Manaus: Solcomunicação e eventos. Ano II, n.9, março/abril de 2004 (revista)

BANCO DA AMAZÔNIA. **Estimativa do orçamento para custeio de 1,0 hectare de arroz irrigado.** Boa Vista, RR. 2005.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. O cultivo de arroz irrigado em Roraima: situação atual e perspectivas. In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 9 a 12 de agosto. **Anais.** Santa Maria-RS: Editora Orium, 2005. volumell. p.437-438.

DIGGLE, P. J. 1991. Time series: A biostatistical approach. Oxford Statistical Science Series – 5. Oxford University Press. New York. 257pp.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 5.5. Disponível em [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

## PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DO ARROZ NO ESTADO DO TOCANTINS ATÉ 2010

SOARES<sup>1</sup>, D.M., THUNG<sup>2</sup>, M., AIDAR<sup>3</sup>, H., KLUTHCOUSK<sup>3</sup>, J., MORAIS<sup>3</sup>, O.P., BARRIGOSS<sup>3</sup>, J.A.F.

**INTRODUÇÃO:** O Estado do Tocantins possui 27,8 milhões de ha, 2,7 milhões de ha de área aberta e apenas 2% (574 mil ha) ocupada com agricultura. As culturas temporárias de

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2151, [dino@cnpaf.embrapa.br](mailto:dino@cnpaf.embrapa.br).

<sup>2</sup> Consultor Fazenda Santa Angelina, Brejinho de Nazaré, TO.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão.

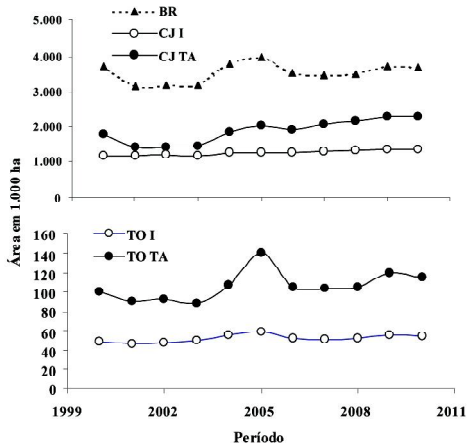
curta duração, de maior importância econômica para o Estado, ocupam 660 mil ha. Essas culturas são: abóbora, algodão herbáceo, amendoim, arroz de terras altas (TA), arroz irrigado (IR), feijão 1ª safra, feijão 2ª safra, feijão irrigado, melancia, melão, milho de sequeiro, milho irrigado, soja de sequeiro, soja irrigada, sorgo granífero e tomate. A soja é a mais expressiva com 49% da área, seguida pelo arroz com 30% (TA com 139.238 ha e IR com 58.800 ha). A maior área municipal cultivada com TA é Goiatins, com 8%, a segunda é Darcinópolis, com 7%. O número de municípios que cultiva arroz nesse sistema é de 139. O IR tem maior representação nos municípios de Formoso do Araguaia com 24 mil ha e Lagoa da Confusão com 25 mil ha. Os dois municípios compreendem 83% da área cultivada com IR. O ranking total dos preços recebidos pelos produtores dessas culturas temporárias (Junqueira, 2006), em ordem decrescente é o seguinte: soja de sequeiro, arroz de sequeiro, arroz irrigado, milho de sequeiro, melancia, soja irrigada, feijão irrigado, sorgo granífero, feijão 2ª safra, feijão 1ª safra, amendoim, melão, algodão herbáceo, tomate, milho irrigado, abóbora. Em 2005, O arroz de terras altas produziu 236.110 t e o irrigado 227.418 t. Considerando que o preço pago para o produtor do arroz longo, saca de 60 kg, em Palmas, no dia 5/4/06 (Agrolink, 2006), foi de R\$ 22,00 e para o longo-fino, R\$ 30,00, os produtores de arroz foram responsáveis pelo movimento de mais de R\$ 200 milhões no Estado. Diversos segmentos da cadeia produtiva do arroz demandam estratégias estaduais para que a área e a produtividade aumentem e que haja melhor qualidade nos grãos. Ações que contemplam essas demandas têm sido alcançadas com, por exemplo, os Programas de Incentivo à Cultura do Arroz (Proarroz), vinculado à Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Agronegócio, e à Indústria do Arroz (Proarroz-Indústria), vinculado à Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Turismo (Assembléia, 2006). Seguimentos da cadeia produtiva tem priorizado a criação da associação de produtores de sementes, pois as várzeas irrigadas do vale do Rio Araguaia no Tocantins são excelentes para produção de sementes sadias. Esse potencial é atribuído às condições de cultivo que permitem a obtenção de um produto livre da contaminação por doenças, podendo se tornar pólo de produção de sementes para o País (Agritempo, 2006). Para subsidiar o planejamento e decisões para a produção orizícola no Tocantins, esse trabalho objetiva analisar essa cultura e elaborar uma projeção de área, produção, produtividade e preço a ser pago ao produtor dessa cultura até 2010.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi identificada, no ano de 2005, a área e Estados produtores no País com TA e IR (LSPA, 2005). As produções, conforme indicações do LSPA, de safrinha foram consideradas de TA e as de várzea e de várzea úmida, como IR. A área no País foi de 3.920.788 ha, sendo 1.402.159 ha IR e 2.518.629 ha de TA. Todos os Estados e o Distrito Federal produziram arroz e o IR foi cultivado em 17 Estados. Para realizar análises foram selecionados Estados em que TA representam 92% (2.152.469 ha) do total e para o IR, 93% (1.305.614 ha). Foram utilizados os dados de área, produção e produtividade de cada Estado do período de 2000 à 2005 (LSPA, 2000 a 2005) para obter o total de cada conjunto. Posteriormente, foram separadas as informações dos respectivos grupos de TA e IR referentes ao Tocantins, para realizar análises desse Estado em comparação com os outros Estados selecionados e, com a produção nacional, e realizada a projeção de cultivo do arroz até 2010. Foram, portanto, criados quatro grupos de Estados produtores e outro referente à produção nacional (BR): conjunto de arroz irrigado, **CJ I**; conjunto de arroz de terras altas, **CJ TA**; arroz irrigado no Tocantins, **TO IR** e arroz de terras altas no Tocantins, **TO TA**. Para projetar a tendência do TA e IR até 2010, avaliou-se as informações a partir de 2000. A projeção foi limitada até 2010 por falta de dados dos dois sistemas em períodos anteriores a 2000. Essas informações coletadas, em conjunto com os dados referentes à produção nacional, subsidiaram os cálculos de Previsão para seis anos. Para fazer essa projeção utilizou-se a função estatística Previsão (Excel) onde é possível estimar um valor futuro usando valores existentes. O valor previsto é um valor de y para um determinado valor de x através da regressão linear. Na análise perspectiva, em conjunto com os parâmetros de área, produção e produtividade, também trabalhou o preço geral recebido pelos produtores do arroz, irrigado e de terras

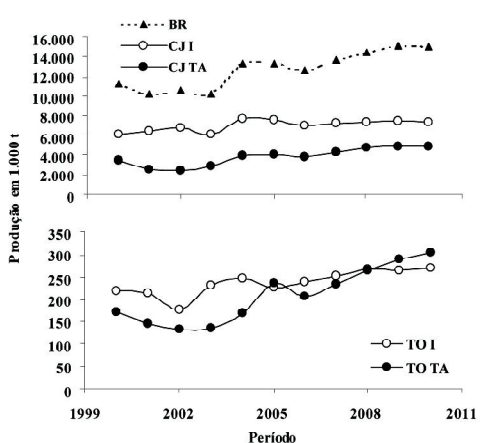
altas, no período de 1990 a 2004 (MAPA, 2006). Esses preços à partir de 1990 são, para melhor fundamentação, prospectiva até 2010.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Em 2005, os CJ TA e TO TA ocuparam 64,2% da área total e os CJ I e TO I 35,8%. No CJ I, os Estados componentes e percentuais de participação de área: RS, 80%; SC, 12%; MG, 5% e MS com 3%. O TO I tem 5% de CJ I. O CJ TA compreende: MT, 42%; MA, 26%; PA, 15%; GO, 9%; PI, 8% e TO TA, 7%. As áreas ocupadas no País com IR e TA são indicadas na **Figura 1**. No período de 2000/05, a área aumentou em IR, TA e no BR. O maior aumento foi em TO TA, com 31%. O aumento em CJ I e TO I, foi similar. Na projeção do ano 2010, o BR deverá ter 3% de redução de área em relação de 2005. O CJ TA terá aumento de área até 2008, depois começa a reduzir. O TO TA terá pequeno aumento de área no período de 2006/08, depois também terá redução. O TO I em 2010 terá 7% de redução de área. A produção (**Figura 2**), no período de 2000/05, aumentou em todo País; no CJ TA, 17%; CJ I, 23%; TO I, 3%; BR, 19% e em TO TA, o mais significativo, 38%. No período de 2005/10, terá redução de 10% em produtividade em CJ I. Nos demais grupos a projeção indica aumento de produção: em TO I, 19%; TO TA, 29%; CJ TA, 20% e no BR, 13%. Em TO I e TO TA, nos anos 2005 e 2007, a produção será muito similar, em 2008 será quase a mesma e em 2009, TO TA terá produção superior a TO I. A produtividade (**Figura 3**), no período de 2000/10, terá aumento. Em CJ I, em 2003, comparado com 2000, teve redução de produtividade de 10%. O CJ TA, em 2002, também comparado com 2000, reduziu a produtividade em 9%. Em TO I houve redução de produtividade em 2002 e 2005 de 19%, em média, se comparado com 2000. No período de 2006/10, a projeção indica redução em CJ I em 6% e de 2% em CJ TA. Em TO I, TO TA e BR, nesse mesmo período, há previsão de aumento de produtividade, que será mais significativo em TO I, com 28%. Em nível nacional (BR) o aumento será de 2%. O preço médio recebido pelos produtores (**Figura 4**), no período de 1990 a 2004 foi de R\$ 36,22 pela saca de 60 kg. O preço médio previsto de 2004 a 2010 será de R\$ 33,58. Em 2004 e 2005 houve um pequeno aumento no valor da saca, mas a previsão a partir de 2006 é de que esse preço não sofrerá alteração significativa.

**CONCLUSÃO:** com base nos dados analisados, conclui-se que o cultivo do arroz irrigado e de terras altas continuará sendo economicamente viável no Estado do Tocantins. A produção projetada para 2010 do arroz de terras altas no Tocantins será superior a do arroz irrigado e a diferença de produtividade entre os dois sistemas será muito pequena, próxima à registrada em 2000.



**Figura 1.** Área (em 1.000 ha), colhida ou a ser colhida com arroz irrigado, terras altas em Tocantins e no Brasil, período de 2000-2010.



**Figura 2.** Produção (em 1000 t), obtida ou a ser obtida com arroz irrigado, terras altas em Tocantins e no Brasil, período de 2000-2010.

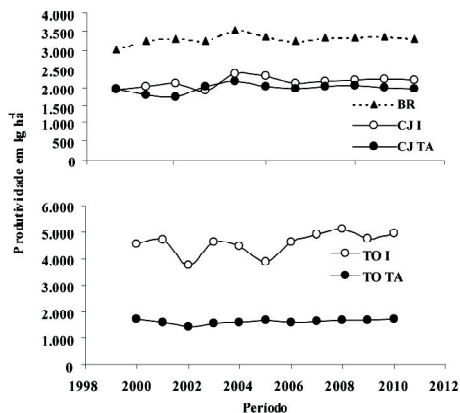


Figura 3. Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), obtida ou a ser obtida com arroz irrigado, terras altas em Tocantins e no Brasil, período de 2000-2010.

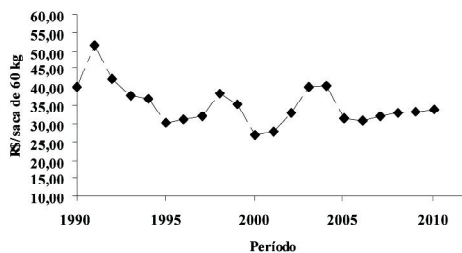


Figura 4. Preços recebidos pelos produtores, período de 1990 a 2004, e previsto para receber até 2010 pela saca de 60 kg de arroz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=News&inic=224>. Acesso em: 9/3/06.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO TOCANTINS. Disponível em: <http://www.conexaotocantins.com.br/mostranoticias.asp?id=446>. Acesso em: 7/03/06.

JUNQUEIRA, G. N. Arquivos eletrônicos [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por dino@cnpaf.embra.br em 2 mar. 2006

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 12, n. 12 p. 1-76, dez. 2000.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 13, n. 12 p. 1-77, dez. 2001.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 14, n. 12 p. 1-79, dez. 2002.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 15, n. 12 p. 1-84, dez. 2003.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 16, n. 12 p. 1-78, dez. 2004.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 17, n. 12 p. 1-77, dez. 2005.

MAPA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/estatisticas/06.17.xls>. Acesso em: 28/03/06.

## MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE ARROZ IRRIGADO NO BRASIL

MATTOS<sup>1</sup>, M. L. T., MARTINS, J.F. da S.<sup>2</sup>, NOLDIN, J.A.<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** A cultura do arroz irrigado basicamente está estabelecida na região Sul do Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. No Rio Grande do Sul, este agroecossistema anualmente recebe elevada carga de insumos

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 3275-8224. mattos@cpact.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332117. martins@cnpaf.embrapa.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Ciência das Plantas Daninhas, Epagri, Caixa Postal 277, CEP 88301-970, Itajaí, SC. Fone (47) 3346-5244. noldin@epagri.rct-sc.br

químicos, especialmente de herbicidas, cujos resíduos, por meio das águas de lançamento, podem contaminar os mananciais hídricos da região. Em Santa Catarina, onde predomina o sistema de arroz pré-germinado, também há intenso uso de produtos químicos. Cenários semelhantes ocorrem em áreas de expansão da cultura do arroz irrigado, na região Centro-Oeste do Brasil. Neste contexto, o agronegócio orizícola está buscando um indicador com identidade visual própria, com reconhecimento em nível nacional e internacional, que assegure a gestão da propriedade agrícola com enfoque na qualidade, em franca exigência pela sociedade. A Produção Integrada do Arroz Irrigado no Brasil (PIA) é um sistema que ao ser implantado, além de minimizar possíveis impactos ambientais negativos da lavoura orizícola, irá inserir, direta ou indiretamente, na cadeia produtiva do arroz, boas práticas agrícolas (BPAs) e vários processos com abordagem alimentar, ambiental e social, constituindo-se em um sistema de certificação oficial. Na PIA, é fundamental que componentes (cultivares, agrotóxicos, fertilizantes, equipamentos, etc.), práticas culturais (preparo do solo, semeadura, adubação, irrigação e drenagem, controle de pragas, colheita, beneficiamento, armazenamento, etc.) e recursos naturais (água, biodiversidade, clima, solo), associados a sistemas de produção de arroz irrigado, sejam utilizados de modo a permitir a redução do uso de insumos químicos, facilitando o atingimento de (1) maior produtividade e (2) maior qualidade do produto final (segurança alimentar), com (3) segurança ambiental. Na implementação da PIA é fundamental a participação de equipes técnicas interdisciplinares e interinstitucionais com elevado conhecimento sobre o agroecossistema de arroz irrigado, de modo que venham a ser recomendadas as mais adequadas táticas. O objetivo desse trabalho é apresentar um modelo de implementação de PIA, visando a concessão de selos de conformidade para a orizicultura irrigada nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O modelo de PIA prevê ações a serem implementadas, no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins como: (1) interação multidisciplinar e interinstitucional no sentido de racionalizar os recursos humanos e financeiros para implementação do projeto de PIA; (2) adaptação de tecnologias de baixo custo, de menor impacto ambiental negativo, e compatíveis com as normas de PIA; (3) treinamento de técnicos e produtores em áreas de instalação do sistema de PIA; (4) realização de seminários, dias de campo, publicações técnicas e construção de uma *home page*, sobre PIA; (5) assistência técnica a orizicultores por parte de técnicos treinados em PIA, como forma de embasamento à avaliação de conformidade com os princípios do sistema; (6) elaboração e utilização de Caderneta de Campo (manual e eletrônica) para o registro de atividades realizadas em propriedades orizícolas; (7) divulgação do sistema de PIA junto ao setor orizícola, visando organização da cadeia produtiva; (8) fornecimento de subsídios à obtenção de permissão para uso de um selo coletivo para caracterizar a qualidade do arroz irrigado produzido no Brasil; (9) geração de informações técnico-científicas que possibilitem a recomendação e aplicação de sistemas de qualidade, em lavouras e indústria; (9) levantamento de custos de produção, com auxílio de planilhas, nas áreas de PIA, com base ao estabelecimento de um banco de dados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O programa de "Produção Integrada do Arroz Irrigado" (PIA) está sendo desenvolvido pela parceria entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A PIA é coordenada pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) juntamente com a Empresa de Pesquisa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri (Itajaí, SC) e Embrapa Arroz e Feijão (Goiânia, GO). Em dezembro de 2005, ocorreram as reuniões de sensibilização sobre PIA, em Porto Alegre (RS) e em Florianópolis (SC), onde houve manifestações de apoio de instituições ligadas à cadeia produtiva do arroz (FEDEARROZ, SINDARROZ, FEARROZ, no Rio Grande do Sul, e SINDARROZ, em Santa Catarina). Em março de 2006, realizou-se a reunião de sensibilização em Palmas (TO). O objetivo dessas reuniões foi conscientizar a cadeia orizícola sobre PIA. Na segunda fase, serão ministrados os cursos de capacitação, envolvendo representantes de diferentes setores da cadeia produtiva do arroz, prioritariamente orizicultores e membros da assistência técnica e extensão rural. A Figura 1

mostra o modelo conceitual de PIA que será implementado em várzeas tropicais e subtropicais, com visão holística de todos os componentes do sistema de produção. A participação de equipes técnicas multidisciplinares e interinstitucionais, com elevado conhecimento sobre o agroecossistema de arroz irrigado, torna-se fundamental para que sejam recomendadas as mais adequadas táticas, como: (1) indicação de cultivares segundo o potencial de adaptação à cada região orizícola, com base em zoneamento agroclimático (STEINMETZ et al., 1999), acompanhada ainda da recomendação de práticas de manejo mais adequadas à(s) cultivar(es), as quais possam promover um melhor desempenho agrônomico da cultura (ARROZ IRRIGADO, 2005). Deste modo, tornar-se factível obter em lavouras comerciais, maior índice de produtividade, o qual em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul é respectivamente 36% e 39% menor que o potencial produtivo de cultivares utilizadas em cada um dos Estados (PINHEIRO et al., 2000). As informações obtidas por meio do acompanhamento das áreas piloto da PIA, após avaliação dos Comitês Gestores Regionais, serão difundidas à cadeia produtiva do arroz. Obtido volume de informação suficiente para propor e validar um sistema de PIA, numa determinada região, estabelecer-se-á uma estratégia para sua difusão e adaptação em outros agroecossistemas orizícolas similares aos da região de origem. A difusão será complementada por meio de publicações técnico-científicas, apresentação de trabalhos em eventos, palestras (videoconferências), reuniões com produtores, cooperativas agrícolas etc., e disponibilização em *home page*, que congregará toda a informação gerada por meio de atividades de validação. Quando da recomendação das BPAs, utilizar-se-á informações do estoque tecnológico disponível e de conhecimentos teóricos básicos. Na ausência dessas informações, o projeto indicará demandas de pesquisa, visando suprir as lacunas detectadas de conhecimento e de tecnologias.

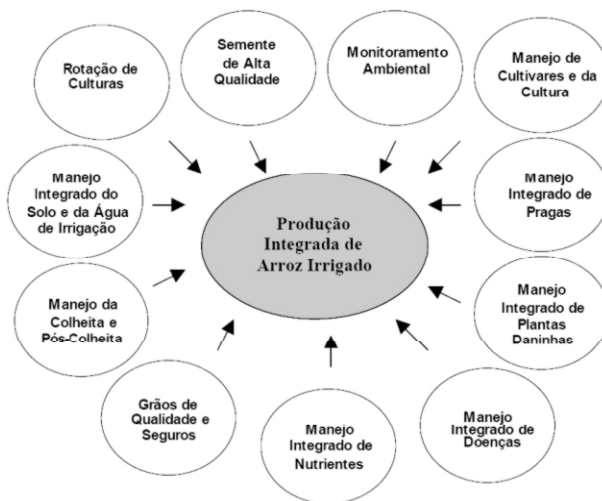


Fig. 1. Modelo conceitual da Produção Integrada de Arroz Irrigado: visão holística.

**CONCLUSÃO:** O modelo de implementação da PIA alcançará o seu objetivo se houver a adesão voluntária de produtores, pois sem essa participação o processo não irá alavancar mudanças na cadeia orizícola, as quais possam viabilizar o atestado de conformidade para empresas agrícolas de produção orizícola que obtiverem grãos conforme as normas da “Produção Integrada de Arroz Irrigado”.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROZ IRRIGADO: **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado**; IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. – Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159.

PINHEIRO, B. da S.; RANGEL, P. H. N.; CARMONA, P. S.; MARTINS, J. F. da S. Yield gap in irrigated rice production in Brazil. In: FAO. Yield gap and productivity decline in rice production. Rome: 2001. p.227-246. Proceedings of the Expert Consultation held in Rome, 5-7 September 2000.

STEINMETZ, S. INFELD, J.A; MALUF, J.R.T; MATZENAUER, R.; OLIVEIRA, J.C.S. de; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S. A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 28p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 56).

## AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## PERSPECTIVAS DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ NO BRASIL EM 2011

SOARES<sup>1</sup>, D.M., THUNG<sup>2</sup>, M., MORAIS<sup>3</sup>, O.P., BARRIGOSS<sup>3</sup>, J.A.F., AIDAR<sup>3</sup>, H., KLUTHCOUSK<sup>3</sup>, J.

**INTRODUÇÃO:** Os produtores têm passado por dificuldades naturais e financeiras nos últimos anos. No final de 2004 e início de 2005, por exemplo, a região Sul teve a pior estiagem dos últimos 40 anos. A estiagem também atingiu o Centro-Oeste. Os altos custos de produção e a forte queda nos preços de comercialização deram prejuízos para os agricultores e contribuíram para aumento de apenas 0,5% da área semeada em 2005 e redução de 0,9% na áreas da safra de 2006. A queda de renda foi manifestada com a redução de compra de máquinas e implementos agrícolas. A insatisfação dos agricultores tem sido motivo de reivindicações junto ao governo federal, como a movimentação de 3000 tratores em Brasília em junho de 2005. Os agricultores esperam que as medidas a serem anunciadas brevemente pelo governo consistam, de um lado, de redução da carga tributária de PIS, CONFIS, imposto de renda, dos juros, custos de insumos etc e, de outro, iniciativas de reformas de estradas e portos, por exemplo. No caso do arroz, em 2005 houve aumento de 5% da área cultivada, mas com redução de 0,4% na produção em relação à 2004. Para que os produtores, órgãos de pesquisa, ensino e extensão e governos federal, estaduais e municipais possam fazer planejamento e decidir ações futuras, é necessário uma compreensão da tendência desse cultivo. Por esse motivo, o objetivo deste trabalho é elaborar uma perspectiva de área produção e produtividade do arroz, irrigado e de terras altas, no Brasil, até 2011.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Com objetivo de projetar a tendência do arroz irrigado e de terras altas no País até 2011, foram avaliadas informações de produção a partir de 2000 (LSPA, 2000 a 2005). A falta de dados desses dois sistemas, em período anterior do ano 2000, impediu análises com informações mais antigas. Como consequência, só se elaboraram projeção até 2011. Foi utilizado o fator área, ano de 2005, mesmo sendo dados preliminares, como parâmetro para selecionar os Estados representativos de cada sistema de produção, porque se forem empregadas tecnologias nessa área há maiores possibilidades de colheita com qualidade e melhor produtividade. Nesse ano, o arroz no País foi cultivado em 3.920.788 ha, sendo 1.402.159 ha irrigado e 2.518.629 ha de terras altas. Para análise do arroz irrigado foram selecionados os Estados que representam 93% do total da área cultivada (1.305.614

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Pos tal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2151, dino@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Consultor Fazenda Santa Angelina, Brejinho de Nazaré, TO.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão.



ha), sendo o conjunto denominado como "Irrigado". Para seleção de terras altas, foi empregado o limite de 92% (2.152.469 ha), identificando-se o novo conjunto como "Taltas". Foram estimadas as produções de várzea, várzea úmida e de terras altas conforme metodologia estabelecida pelo IBGE. Foram utilizados os dados de área, produção e produtividade de cada Estado do período de 2000 à 2005 para obter o total de cada conjunto. Essas informações junto os dados referentes à produção nacional subsidiaram os cálculos de previsão para seis anos. Para fazer a projeção até 2011 utilizou a função estatística Previsão (Excel) onde é possível calcular, ou prever, um valor futuro usando valores existentes. O valor previsto é um provável valor de y (variável dependente) para um determinado valor de x, fora da região de referência dos dados disponível da variável independente, estimado por regressão linear. Na análise perspectiva, em conjunto com os parâmetros de área, produção e produtividade, também analisou o preço geral recebido pelos produtores do arroz, irrigado e terras altas, no período de 1990 a 2004 (MAPA, 2006). Tomaram-se os preços de um período maior para se conseguir uma melhor fundamentação prospectiva até 2011.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No Brasil, todos os 26 Estados e o Distrito Federal produzem arroz. Os Estados do RJ e SE só produzem arroz irrigado e 15 outros Estados produzem arroz irrigado e de terras altas. Em 2005, o arroz de terras altas ocupou 64,2% da área total e o irrigado 35,8%. No conjunto Irrigado, os Estados e os respectivos percentuais de participação de área no conjunto desse sistema são: RS, 76,63%; SC, 11,24%; MG, 4,51%; TO, 4,50% e MS com 3,11% e os de Taltas são: MT, 39,59%; MA, 24,25%; PA, 13,86%; GO, 8,02%; PI, 7,79% e TO, 6,49%. A área ocupada com Irrigado, Taltas e Brasil (Figura 1) indicam que no período de 2001/03 houve redução de Taltas, enquanto o Irrigado reduziu apenas no ano 2001. Até 2011 não deverá haver significativa alteração de área no Irrigado. O Taltas, no ano 2011, mostra um aumento de área em torno de 25%, contribuindo para um aumento geral da área em torno de 18% nesse ano, em nível nacional. A partir do ano de 2007, espera-se uma expansão de Taltas. A produção no Taltas (Figura 2), no período 2001/2, decresceu, mas a partir de 2004 começa aumentar. No ano 2008 o aumento de produção deverá ser superior a 13% e no ano 2011 esse aumento chega a 30%, em comparação com o ano 2005. No mesmo ano de 2008, a produção no Irrigado também deverá aumentar, mas em menor escala se comparado com o Taltas. Em 2008, o aumento da produção em ambos sistemas deverá apresentar o mesmo percentual, mas em 2011 o Irrigado deverá ficar 3% inferior ao de Taltas. A produção nacional em 2011 terá aumento de 40% em relação ao ano de 2000 e somente 20% quando comparado com o ano 2005. Em Taltas, há perspectiva de ligeiro aumento de produtividade até 2011, mas, em nível nacional, tem pequena redução (Figura 3). No ano 2001, o sistema Taltas teve redução, ao contrário com o Irrigado. A produtividade no Irrigado, no ano 2011 aumentou 31% em relação à 2000. No ano 2004, a produtividade era 6.000 kg ha<sup>-1</sup> e em 2011 a previsão é em torno de 6.800 kg ha<sup>-1</sup>. O aumento de produtividade no Taltas até 2011 é pequeno, em torno de 3% entre 2005 e 2011.

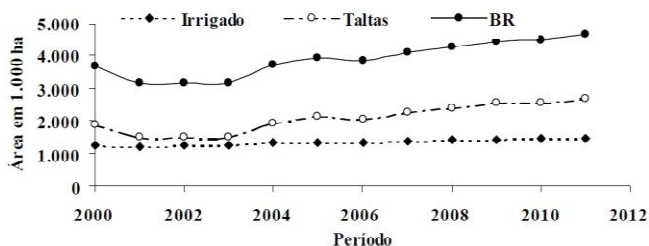


Fig. 1. Área (em 1.000 ha), colhida ou a ser colhida com arroz irrigado, terras altas e no Brasil, período de 2000-2011.

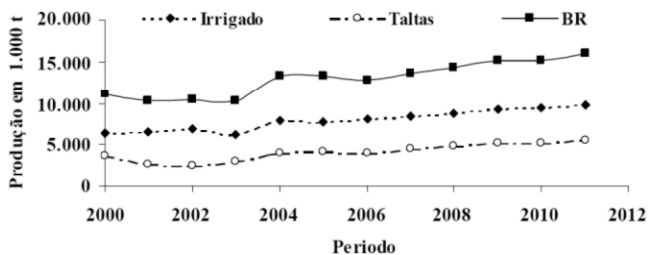


Fig. 2. Produção (em 1000 t), obtida ou a ser obtida com arroz irrigado, terras altas e no Brasil, período de 2000-2011.

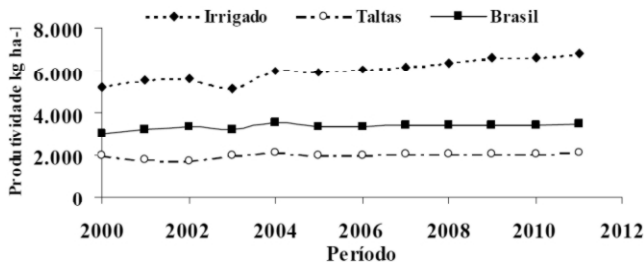


Fig. 3. Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), obtida ou a ser obtida com arroz irrigado, terras altas e no Brasil, período de 2000-2011.

O preço recebido pelos produtores (Figura 4), no período de 1990 a 2004 indica o preço médio de R\$ 36,22 pela saca de 60 kg. O preço médio previsto de 2004 a 2011 será de R\$ 33,58. Em 2004 e 2005 há pequeno aumento no valor da saca, mas a previsão a partir de 2006 é que esse preço não oscilará significativamente

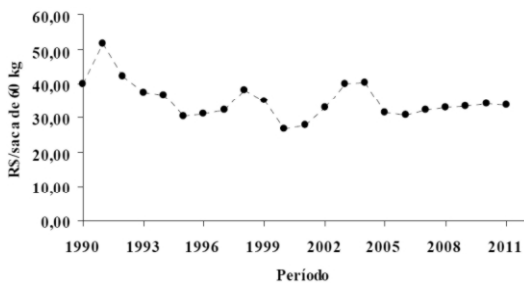


Fig. 4. Preços recebido pelos produtores, período de 1990 a 2004, e previsto para receber até 2011 pela saca de 60 kg de arroz.

**CONCLUSÃO:** Há melhor perspectiva de expansão da produção de arroz de terras altas nos próximos anos, até 2011, do que a do arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 12, n. 12 p. 1-76, dez. 2000.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 13, n. 12 p. 1-77, dez. 2001.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 14, n. 12 p. 1-79, dez. 2002.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 15, n. 12 p. 1-84, dez. 2003.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 16, n. 12 p. 1-78, dez. 2004.

LSPA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 17, n. 12 p. 1-77, dez. 2005.

MAPA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/estatisticas/06.17.xls>. Acesso em: 28/03/06.

## STRATEGIC ALLIANCES IN RICE BREEDING FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN: RESULTS OF A REGIONAL POPULATION IMPROVEMENT PROJECT

CHATEL<sup>1</sup>, M., OSPINA<sup>2</sup>, Y., GUIMARÃES<sup>3</sup>, E.P.

**INTRODUCTION:** Rice population improvement has been going-on in Latin America since 1984, when scientists from the Rice and Beans Center of “Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária” (EMBRAPA), Goiânia, Brazil, and the “Centre de Coopération Internationale en Recherche Appliquée au Développement” (CIRAD), Montpellier, France, began a collaborative project. Taillebois and Guimarães (1989) were the breeders, that first in the region, created broad genetic base synthetic rice populations targeting irrigated lowland and upland rice growing environments. Today, almost all countries in the region have activities related to population improvement in their rice breeding programs. Almost ten years ago, a decision was made by the CIRAD/CIAT rice collaborative project to propose at regional level, recurrent selection breeding as a means to increase genetic diversity and develop new commercial varieties. When the regional activity started an important assumption was that NARs are willing and capable to adopt a novel breeding method that was little used in rice breeding. The effectiveness of the impact of this regional rice breeding project relies on the capacity of National Rice Breeders to understand and take advantage of the proposed centralized pre-breeding and decentralized site-specific population improvement, as a new tool in their breeding arsenal for germplasm development and commercial variety release. As described hereafter, the Latin American and the Caribbean (LAC) cooperators of the project have adopted the novel method, are handling decentralized site-specific breeding and developing new promising lines and commercial varieties.

Since the 60's rice commercial cultivars released were developed by conventional crossbreeding methods such as pedigree, usually restricted to breeding populations often coming from the cross of 2 inbred lines. The genetic base of breeding materials is therefore becoming more restricted and the breeding method emphasizes inbreeding. Composite populations are expected to express greater variability than individual crosses, and recurrent selection breeding applied to composite populations that minimizes the effects of inbreeding, can contribute to broaden the genetic base of breeding programs. Genetic uniformity, or lack of genetic diversity, is of major concern to breeders, geneticists, and the agricultural community in general. In LAC, the genetic diversity of rice cultivars depends on a small genetic landraces core as described by different authors (Cuevas-Pérez *et al.*, 1992; Rangel *et al.*, 1996 and Montalván *et al.*, 1998.) A way of broadening the genetic base of Latin American rice and assessing the genotype-by-environment interaction is to identify specific potential parents and pool them to develop new, genetically broad-based, breeding material (Guimarães and Chatel, 2005).

From 1996, with LAC regional cooperators, we concentrate on the development and enhancement of upland rice composite populations (Châtel and Guimarães, 1998.) The breeding strategy uses a recessive male-sterile gene (*ms*) from a mutant of IR36 (Singh & Ikehashi, 1981) easing the development of the multiple-parent populations as well as natural recombination during the enhancement process. At CIAT-Colombia, upland rice composite basic populations are enhanced using two recurrent selection breeding methods; mass and SO:2 progenies evaluated using the statistical design described by Federer (1956). The main outputs of the project are the creation of breeding populations with broad genetic diversity,

<sup>1</sup> Breeder. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD Montpellier-France). Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia. Tel: (57-2) 4450000. e-mail: m.chatel@cgiar.org

<sup>2</sup> Breeder. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira-Colombia

<sup>3</sup> Senior Officer - Cereals/Crops Breeding FAO. Rome - Italy

their enhancement by recurrent selection and the selection of superior genotypes as potential improved varieties but also as parental stocks for conventional crossbreeding programs. To do so, fertile plants are selected from the basic composite populations and at each one of their enhancement steps. They are the starting point for the selection of segregating progenies by conventional pedigree method and the identification of segregating and advanced lines to be shared with LAC cooperators. In Colombia, the main characteristics we select for are: early vigor, tolerance to soil acidity, resistance to diseases (mainly rice blast: *Pyricularia grisea* Sacc.), grain quality (translucent, long-slender grain), early maturity with a seed to seed cycle about 100 days, and yield potential.

**MATERIAL AND METHODS:** The project conducts centralized upland breeding and pre-breeding activities in Colombia, and decentralized upland-aerobic rice breeding projects at regional level. In Colombia, basic upland composite populations are enhanced using two recurrent selection-breeding methods: mass and S0:2 progenies evaluation. At each step of enhancement, fertile plants are selected for the development of segregating lines and progeny selection using the conventional pedigree method. The most advanced upland lines are shared with LAC cooperators through the CIAT-ION nurseries and are locally screened and selected. The best promising lines are evaluated at countries' regional yield trials. Lowland irrigated rice composite population improvement is a complete decentralized activity in close collaboration with LAC cooperators. In Colombia the Cirad/CIAT rice project started developing basic population to attend the different lowland rice ecosystems present in LAC (Tropical: Cooperators in Colombia, Venezuela and Cuba. Sub-tropical: Cooperators in Argentina. Temperate climate: Cooperators in Chile and France). The basic populations were shipped to regional partners and evaluated locally. Then the great majority of the Cooperators started, with our guidance, the development of site-specific populations by the introgression of new-targeted variability to attend their specific breeding objectives. Having set-up their own populations, they started their enhancement using recurrent selection.

**RESULTS:** In Argentina, the population breeding project started by introducing 3 basic populations from CIAT. From the best-adapted germplasm, a site-specific population was set-up and characterized for different traits in relation to the introduced germplasm. Also was carried-out the extraction of fertile plants to develop about 150 breeding lines in different stages of selection (Marassi *et al.*, 2005). In Bolivia, the upland rice variety "Esperanza", released in 2006 is the first commercial variety, selected from an upland rice breeding population. The variety is adapted to both upland small-farmer's and mechanized aerobic rice ecosystems of the country. For the small-farmers, earliness and drought tolerance associated with good yield potential are important traits they praise. Cropping the new variety can enhance their agronomic system by allowing crop rotation with other crops (cash crops). Earliness is also a favorable trait because farmers can put rice on the market early in the season and get good prices. For the aerobic rain-fed rice mechanized farmers, tolerance to drought is key because field water flooding depends on rainfall. Also, the line presents good plant type and long-slender grain praised by the rice industry (Taboada *et al.*, 2005). In Brazil, the lowland rice variety "TIO-TAKA" launched in 2002 was the first ever rice variety released in Latin America coming from the enhancement of a gene pool by recurrent selection. The collaborative project between Embrapa Arroz e Feijão and CIRAD-CA (former IRAT), developed in 1989 the lowland rice genetic pool CNA-IRAT 4. Breeding this genetic pool by two cycles of recurrent selection leads to the selection and evaluation of lines extracted from the enhanced germplasm by different rice research institutions in Brazil. This work resulted in 2002 in the release of the variety by the "Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural" (EPAGRI), of the State of Santa Catarina. (Plant Breeding News, 2002). In Central America, the work is conducted by the rice participatory breeding project managed by Cirad/CIAT. Since 2003, upland composite populations, advanced and segregating lines are shipped from Colombia to Nicaragua. Introduced composite populations were used to start participatory plant breeding (PPB) and also as source of malesterile genetic background to develop site-specific populations. (Trouche, 2005). Promising lines from the first set of advanced lines from the population PCT-

4, shipped from Colombia to Nicaragua, are now evaluated in regional yield trials. They show earliness, good yielding potential and resistance to diseases. These results are very relevant for the upland Cirad/CIAT rice-breeding project and represent a valorization of the work done in Colombia (Châtel, 2004). In Chile, the population breeding project uses site-specific populations developed from the introgression of local adapted material into an introduced population from CIAT (Hernaiz *et al.*, 2005). The Chilean populations were enhanced for cold tolerance and other agronomic traits and segregating line were developed. Advanced lines are in yield trials and one of the best promising ones due for release next year. In Colombia, "ACEITUNO ACD 25-28", was launched in 2005 by the private company "El Eceituno" which introduced from the Fundación DANAC – Venezuela, segregating lines selected from the lowland rice population PCT-16 developed by M. Valès (1999). Cuba, as others countries, adopted population breeding and recurrent selection method. The first step was the introduction of basic populations developed in Colombia and then the setting-up of site-specific populations. The introduced populations were evaluated and fertile S0 plants selected for line development. An advanced line selected from the population PCT-4 passed through the complete process of evaluation and selection and is now in regional yield trials. (Pérez Polanco *et al.*, 2005). It shows good yield potential, good resistance to rice blast and to lodging. An interesting trait of the line is its broad adaptation to the different cropping situations of the so called "Popular Rice" ecosystem that ranges from upland, aerobic to irrigated situations. In France and Chile, aromatic and non-aromatic parental lines adapted to temperate conditions were selected from the Cirad's rice project in France for setting-up a site-specific population at CIAT. From the population recombined twice, S0 fertile plants were selected to start line development. A set of segregating lines is evaluated and a promising progeny showing good general adaptation and aroma was identified. (Clément, 2005). In Venezuela, at the Fundación DANAC rice breeding project, 43% of the advanced lines come from selections made in different introduced and site-specific composite populations, and a line from the population PCT-16 was identified as candidate cultivar for launching as commercial variety in 2007 (Jayaro *et al.*, 2005).

**CONCLUSION:** Nine years ago, a decision was made by the CIRAD/CIAT rice collaborative project to propose at regional level, recurrent selection breeding as a means to increase genetic diversity and develop new commercial varieties. When the regional activity started an important assumption was that NARs are willing and capable to adopt a novel breeding method that was little used in rice breeding. The effectiveness of the impact of the regional rice breeding project relies on the capacity of National Rice Breeders to understand and take advantage of the proposed centralized pre-breeding and decentralized site-specific population improvement, as a new tool in their breeding arsenal for germplasm development and commercial variety release to national's rice sectors. As it was described above, the LAC cooperators of the project have adopted the novel method and are handling decentralized site-specific breeding. Several candidate advanced lines are in the process of becoming varieties in different countries for diverse rice ecosystems. Leadership in networking assumed by Cirad/CIAT and Embrapa Arroz e Feijão, is critical to maintain the "Working Group on Advanced Rice Breeding" (GRUMEGA its Spanish acronym) strong and efficient with impact on research, capacity building and the development of the rice sector.

## REFERENCES

- CHÂTEL, M.; GUIMARÃES, E.P. 1998. Catalogue registration to manage rice gene pools and populations improvement. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement-Département des cultures annuelles (Cirad-ca) and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Cirad/CIAT. 62 p.
- CHÂTEL, M. 2004. Informe de viaje a Nicaragua (Trip report to Nicaragua) 18 al 23 de octubre. Proyecto Cirad/CIAT de selección participativa de arroz . CLEMENT, G. 2005. Sélection récurrente adaptée à la création de variétés de riz aromatiques adaptées à la Camargue. In Rapport ONIC, convention ONIC/Cirad (1/07/04-31/08/05)

CUEVAS-PEREZ, F.E.; GUIMARÃES, E.P.; BERRIO, L.E.; GONZALEZ, D.I. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean, 1971 to 1989. *Crop Sci.* 32: 1054-1059.

FEDERER, W.T. 1956. Augmented (or hoonuiaku) designs. *Hawaiian Planter's Record* 55: 191-208.

GUIMARÃES E.P., CHÂTEL M. 2005. Exploiting rice genetic resources through population improvement. In Guimarães E.P., (ed.). *Population improvement: A Way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome, Italy: FAO, 3-17.

HERNAIZ S., ALVARADO J.R., CHÂTEL M., CASTILLO D., OSPINA Y. 2005. Improving irrigated rice populations of the temperate climate in Chile. In Guimarães E.P., (ed.). *Population improvement: A Way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome, Italy: FAO, 129-143.

MARASSI, M.A.; MARASSI, J.E.; CHÂTEL, M.; OSPINA, Y. 2005. Exploiting the genetic resources of rice in Argentina through population improvement. In Guimarães E.P., (ed.). *Population improvement: A Way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome, Italy: FAO, 113-127.

MONTALVÁN, R.; DESTRO, D.; SILVA, E.F. DA.; MONTAÑO, J.C. 1998. Genetic base of Brazilian upland rice cultivars. *J. Genet. Breed* 52: 203-209. PÉREZ POLANCO, R.; CHÂTEL, M.; GUIMARÃES, E.P. 2005. Acquiring a Basic Understanding of Rice Population Improvement for Use in Cuba. In Guimarães E.P., (ed.). *Population improvement: A Way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome, Italy: FAO, 205-220.

PLANT BREEDING NEWS. 2002. First Rice Variety Developed from Population Improvement. In the Electronic Newsletter of Applied Plant Breeding Sponsored by FAO and Cornell University. Clair H. Hershey, (ed.) Edition 133, 19 November. RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P. DE C.F. 1996. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 31(5): 349-357.

SINGH, R.J. AND IKEHASHI, H.I. 1981. Monogenic male-sterility in rice: introduction, identification and inheritance. *Crop Sci.* 21: 286-289.

TABOADA, R.; GUZMAN, R.; VIRUEZ, J.; CALLAÚ, V. H. CIAT SANTA CRUZ BOLIVIA. CHÂTEL, M.; OSPINA, Y.; RODRIGUEZ, F.; LOZANO, V.H. 2005. Bolivia lanza la primera variedad de arroz de secano originada del mejoramiento poblacional. *Proceedings of the III Encuentro Internacional del Arroz. La Habana-Cuba, June 6-10, 2005.* p1.

TAILLEBOIS, J. AND GUIMARÃES, E.P. 1989. CNA-IRAT 5 upland rice population. *Int. Rice Res. News.* 14(3):8.

TROUCHE, G. 2005. Participatory Rice Breeding, using Population Improvement: A New Methodology Adapted to the Needs of Small Farmers in Central America and the Caribbean. In Guimarães E.P., (ed.). *Population improvement: A Way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome, Italy: FAO, 99-115.

VALÈS, M.; CHÂTEL, M.; BORRERO, J.; TULANDA, E.; DOSMANN, J.; OSPINA, Y.; TRIANA, M.; DUQUE, M. C.; SILVA, J. 1999. In Annual Report of the Rice Project IP-4: Improved Rice Germplasm for Latin America and the Caribbean. Activity 2. Recurrent selection for complete and partial resistances: Recurrent populations with narrow genetic base development with parents with complete and partial well-known resistances.

JAYARO, Y.; GAMBOA, C.; GRATEROL, E. 2005. Avances del programa de mejoramiento poblacional de arroz mediante selección recurrente en la Fundación Danac, Venezuela. *Proceedings of the III Encuentro Internacional del Arroz. La Habana-Cuba, June 6-10, 2005.* p2.

# **Sementes e Tecnologia Pós-Colheita**





# SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE ARROZ DURANTE O ARMAZENAMENTO

VIEIRA<sup>1</sup>, A.R., SILVA<sup>2</sup>, E.M., OLIVEIRA<sup>3</sup>, J.A., GUMARÃES<sup>4</sup>, R.M., SOARES, A.A5.

**INTRODUÇÃO:** As sementes de arroz geralmente apresentam dormência póscolheita que, dependendo da cultivar, pode persistir por vários meses durante o armazenamento. Nesse contexto, o monitoramento da dormência de sementes de cultivares irrigadas de arroz, sem dúvida, é um ponto importante a ser considerado quando se quer encontrar indicadores que possam determinar a velocidade com que ela vem sendo superada. Embora, do ponto de vista fisiológico, alguns aspectos relacionados com o mecanismo da dormência em sementes de arroz já tenham sido elucidados, existem, no entanto, pontos a serem estudados. Sendo assim, diversas técnicas utilizando atividade enzimática como método de avaliação da viabilidade das sementes, têm sido pesquisadas. Apesar de somente algumas das muitas enzimas envolvidas no processo serem investigadas e existir ainda necessidade de muitos estudos nessa área, algumas técnicas têm-se mostrado promissoras (Bragantini, 1985). Entre elas estão a eletroforese e a espectrofotometria. Estas técnicas possuem as vantagens de serem confiáveis, requererem pequenas quantidades de amostras e permitirem análise simultânea de diversos lotes, além de conferirem rápida separação com alta resolução. O objetivo desse trabalho foi correlacionar as alterações que ocorrem durante o período de dormência das sementes de arroz, armazenadas sob diferentes condições de temperatura e umidade relativa, com testes fisiológicos e de atividade enzimática de a-amilase.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi realizada em 2003 e 2004, utilizando-se sementes básicas de arroz, cultivar Rio Grande, produzidas pela EPAMIG, com 13% de umidade e com alta intensidade de dormência detectada pelo teste em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por sete dias (Vieira et al., 1994). A seguir, foram acondicionadas em sacos de papel multifoliado e armazenadas por 12 meses, em armazém convencional e em câmara fria e seca (10°C e 50% UR) na UFLA em Lavras, e em armazém convencional na EPAMIG em Patos de Minas. Trimestralmente foi realizado o teste de germinação (Brasil, 1992), e determinada a atividade de a-amilase por meio da eletroforese em gel de poliacrilamida (Alfenas et al., 1998) e pela espectrofotometria (Noelting e Bernfeld, 1948).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Pela Figura 1, pode ser verificado que a germinação das sementes mantidas em armazém convencional, em ambos locais, aconteceu de maneira mais rápida que as da câmara fria e seca, indicando que temperaturas mais altas no armazenamento reduzem a dormência das sementes. Observa-se também que para a câmara fria e seca, a maior germinação ocorreu no 12º mês de armazenamento, enquanto em armazém convencional foi a partir do 6º mês. No entanto, a partir do 9º mês houve uma tendência de redução da

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador EPAMIG/CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone (35) 38291328, e-mail: avieira@epamig.ufla.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador EPAMIG/CTSM, Lavras, MG.

<sup>3</sup>Biólogo, Doutor em Agronomia, Professor UFLA, Lavras, MG.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor UFLA, Lavras, MG.

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor UFLA, Lavras, MG.

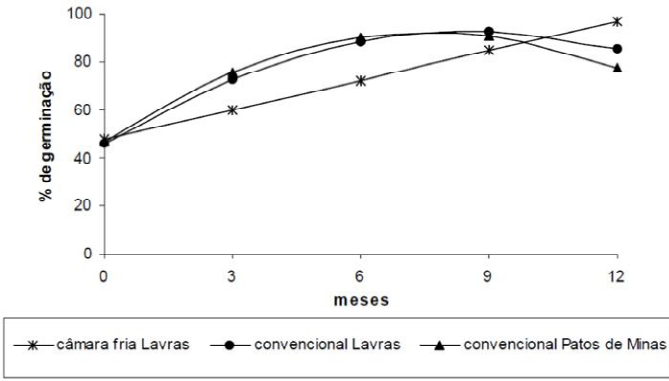


Fig. 1. Estimativa da porcentagem de germinação de sementes de arroz armazenadas por 12 meses em Lavras e Patos de Minas.

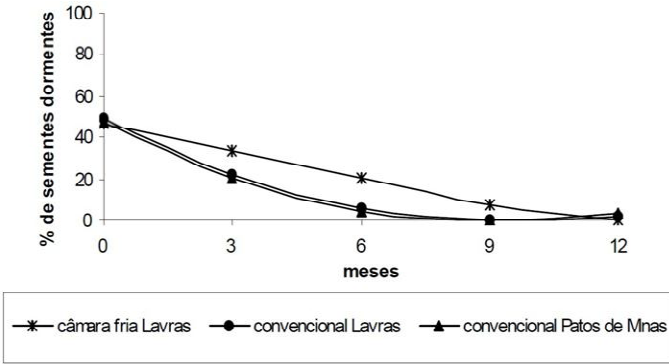


Fig. 2. Estimativa da porcentagem de sementes dormentes de arroz, armazenadas por 12 meses em Lavras e Patos de Minas.

porcentagem de germinação nas condições de armazém convencional, devido à deterioração natural das sementes. Comparando-se a Figura 2 (sementes dormentes) com a Figura 1, observa-se uma relação inversa, o que já era esperado, pois, onde a porcentagem de sementes dormentes foi menor a de germinação foi maior. Nos resultados referentes à análise eletroforética (Figura 3) verifica-se que houve uma baixa atividade de a-amilase nas sementes no início do armazenamento e que, naquelas onde se aplicou tratamento para superar a dormência a atividade foi alta, indicando uma relação direta entre a atividade dessa enzima e a dormência das sementes. A partir do sexto mês de armazenamento a atividade de a-amilase atingiu os níveis mais elevados permanecendo até o final do ensaio.



Fig. 3. Perfis eletroforéticos de atividade enzimática de a-amilase, em sementes de arroz recém-germinadas.

De maneira semelhante, observa-se que, para as sementes armazenadas na câmara fria e seca a atividade da  $\alpha$ -amilase aumentou de maneira gradativa, atingindo os maiores níveis aos 12 meses. Resultados similares foram obtidos pela espectrofotometria na quantificação da atividade dessa enzima (Tabela 1). Embora os valores de atividade encontrados pela espectrofotometria, no final do armazenamento, sejam maiores nas sementes do armazém convencional, esta superioridade não foi constatada da mesma forma pela eletroforese e nem nas avaliações fisiológicas. Provavelmente, a partir de um certo nível de atividade, não

**Tabela 1.** Atividade de  $\alpha$ -amilase (mU), em extratos de sementes de arroz.

Épocas	Câmara Fria e Seca Lavras	Armazém Conv. Lavras	Armazém Conv. Patos de Minas
0	76,78	76,78	76,78
3	251,18	420,23	703,71
6	256,76	464,95	701,2
9	293,60	490,66	877,38
12	296,95	491,19	902,00

ocorre aumento correspondente na degradação do amido.

**CONCLUSÕES:** A superação da dormência das sementes de arroz é influenciada pelo tempo e condições de armazenamento. Em armazém convencional, as sementes superam a dormência em tempos menores do que quando armazenadas em câmara fria e seca e que, os padrões eletroforéticos e de atividade de  $\alpha$ -amilase, podem se constituir em importantes técnicas a serem empregadas como marcadores da intensidade de dormência das sementes de arroz.

**AGRADECIMENTO:** A FAPEMIG pelo financiamento dessa pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C.; DUSI, A.; ZERBINI JÚNIOR, F.M.; ROBINSON, I.P.; MICALES, J.A.; OLIVEIRA, J.R.; DIAS, L.A.S.; SCORTICHINI, M.; BONDE, M.R.; ALONSO, S.K.; JUNGHANS, T.G. & BRUNE, W. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos.** Viçosa: UFV, 1998. 574p.

BRAGANTINI, C. **Conservação de Sementes.** Brasília: MEC, 1985, Módulo 7, 18p. (Sementes: Curso de especialização por tutoria à distância). BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

NOELTING, G. & BERNFELD, P. Sur les enzymes amylolytiques III-La  $f^{\circ}$  amylase: dosage d'activité et contrôle de l'absence d' $\alpha$ -amylase. **Helvetica Chimica Acta**, Basel, v.31, n.1, p.286-290, 1948.

VIEIRA, A.R.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, V.D. de; FRAGA, A.C. Efeitos de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de arroz e na atividade enzimática da peroxidase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.535-542, Abr.1994.

## EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DO ARROZ EM CASCA

GONELI<sup>1</sup>, A.L.D., CORRÊA<sup>2</sup>, P. C., RESENDE<sup>3</sup>, O.RIBEIRO<sup>4</sup>, D.M.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Fone (31) 38992030, e-mail: andregoneli@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

**INTRODUÇÃO:** Durante o armazenamento do arroz, podem ocorrer mudanças físicas, químicas e microbiológicas que, dependendo da interação entre estes fatores e o ambiente, podem ocasionar perdas na sua qualidade. Todos os produtos agrícolas têm a capacidade de ceder ou absorver água do ambiente, convergindo, constantemente, a manter uma relação de equilíbrio entre o seu teor de água e as condições do ar ambiente. O teor de água de equilíbrio é alcançado quando a pressão parcial de vapor de água no produto iguala-se a do ar que o envolve. A relação entre o teor de água de um determinado produto e a umidade relativa de equilíbrio para uma temperatura específica pode ser expressa por meio de equações matemáticas denominadas isotermas ou curvas de equilíbrio higroscópico. Estes modelos diferem na sua base teórica ou empírica e na quantidade de parâmetros envolvidos (Mulet et al., 2002). Para Hall (1980) as curvas de equilíbrio higroscópico são importantes para definir limites de desidratação do produto, estimar as mudanças de umidade sob determinada condição de temperatura e umidade relativa do ambiente e para definir os teores de água adequados ao início de atividade de microrganismos que podem provocar a deterioração do produto. Tendo em vista a importância do conhecimento da higroscopicidade dos produtos agrícolas, o objetivo no presente trabalho foi determinar as isotermas de sorção dos grãos de arroz em casca da variedade brasileira Urucuia para diversas condições de temperatura e umidade relativa do ar.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados grãos de arroz em casca, cultivar Urucuia, colhidos com teor de água de, aproximadamente 30,0 (%b.s.). A seagem do produto em camada delgada foi realizada para diferentes condições controladas de temperatura (25, 35, 45 e 55°C) e umidade relativa do ar de secagem (entre 0,30 a 0,85) até que o produto atingisse sua umidade de equilíbrio com a condição do ar especificada. As condições ambientais para realização dos testes foram fornecidas por meio de uma unidade condicionadora de atmosfera, de fabricação da empresa Aminco, modelo Aminco-Aire 150/300 CFM. Foram colocadas no interior do equipamento, bandejas removíveis com fundo telado para permitir a passagem do ar através da amostra, contendo inicialmente cada uma, 50 g de produto. Os teores de água do produto foram determinados pelo método gravimétrico em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , até massa constante,

Designação do modelo	modelo
Sigma-Copace	$U_e^* = \exp\{a - (b \times T) + [c \times \exp(UR)]\}$ (1)
Henderson	$U_e^* = [\ln(1 - UR) / (-a \times T_{abs})]^{1/b}$ (2)
Henderson-Modificado	$U_e^* = \{\ln(1 - UR) / [-a \times (T + b)]\}^{1/c}$ (3)
Copace	$U_e^* = \exp\{a - (b \times T) + (c \times UR)\}$ (4)
Chung-Pfost	$U_e^* = a - b \times \ln[-(T + c) \times \ln(UR)]$ (5)

em que,

$U_e^*$  : teor de água de equilíbrio, % b.s.

T : temperatura, °C;

UR : Umidade relativa, decimal;

$T_{abs}$  : temperatura absoluta, K;

a, b, c : coeficientes que dependem do produto.

em três repetições. Aos dados experimentais da umidade de equilíbrio foram ajustados os seguintes modelos matemáticos:

Os modelos foram selecionados considerando a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t, adotando nível de 1% de probabilidade, a magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup>), a magnitude do erro médio relativo (P) e do erro médio estimado (SE) e a verificação do comportamento da distribuição dos resíduos. Considerou-

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \right) \quad (6)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (7)$$

em que

n : número de observações experimentais;

Y : valor observado experimentalmente;

$\hat{Y}$  : valor calculado pelo modelo;

GLR : graus de liberdade do modelo.

se o valor do erro médio relativo inferior a 10% como um dos critérios para seleção dos modelos, de acordo com Mohapatra e Rao (2005). O erro médio relativo e o erro médio estimado, para cada um dos modelos, foram calculados conforme as seguintes expressões:

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No Quadro 1, estão apresentados os parâmetros dos modelos de equilíbrio higroscópico para o arroz em casca, obtidos por dessorção, para diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar. Quadro 1 - Parâmetros dos

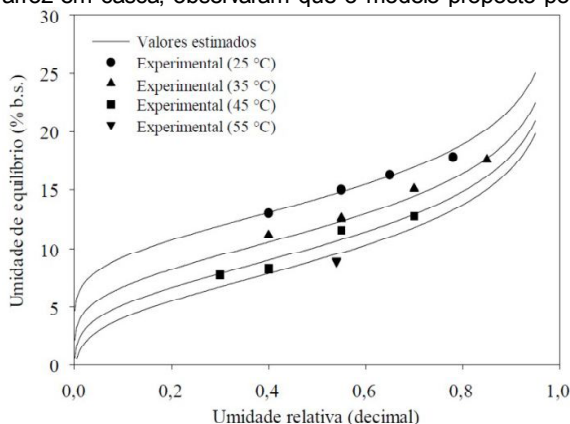
**Quadro 1** - Parâmetros dos modelos de equilíbrio higroscópico para o arroz em casca, com seus respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), erros médios estimado (SE) e relativo (P), e tendência de distribuição dos resíduos.

Modelos	Parâmetros*	R <sup>2</sup>	SE	P	Tendência
Sigma-copace	a = 2,1003	97,30	0,5795	3,7932	Tendenciosa
	b = 0,0158				
	c = 0,5622				
Henderson	a = 0,0000	73,72	1,7712	12,5701	Tendenciosa
	b = 2,1061				
Henderson Modificado	a = 0,00005	96,57	0,6524	4,6448	Aleatória
	b = -8,2028				
	c = 2,5864				
Copace	a = 2,5014	97,81	0,5213	3,4924	Aleatória
	b = 0,0156				
	c = 1,0492				
Chung-Pfost	a = 23,0207	98,12	0,4837	3,1710	Aleatória
	b = 4,1561				
	c = -13,0001				

\* Todos os coeficientes estimados foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

modelos de equilíbrio higroscópico para o arroz em casca, com seus respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), erros médios estimado (SE) e relativo (P), e tendência de distribuição dos resíduos.

Observa-se no Quadro 1 que os modelos matemáticos utilizados para descrever a higroscopicidade do arroz em casca apresentaram significância dos seus parâmetros de regressão ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t, elevados valores do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), superiores a 96%, e reduzidos valores dos erros médio relativo e estimado. De acordo com o quadro 1, percebe-se que apenas os modelos de Henderson-Modificado, Copace e Chung-Pfost apresentaram distribuição aleatória dos resíduos, indicando ajuste mais adequado aos dados experimentais. Dentre estes, o modelo de Chung-Pfost exibiu maior coeficiente de determinação e menores valores de erros médios relativo e estimado. Dessa forma, o modelo de Chung-Pfost, dentre aqueles analisados neste experimento, é o mais recomendado para predição do equilíbrio higroscópico do arroz em casca. Basunia e Abe (2001), também trabalhando com arroz em casca, observaram que o modelo proposto por Chung-Pfost foi aquele que melhor se



**Fig. 1.** Valores, observados e estimados pelo modelo de Chung-Pfost, de teores de água de equilíbrio higroscópico do arroz em casca, obtidos por dessorção, para diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar.

ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópico. Na Figura 2, estão apresentados os valores experimentais da umidade de equilíbrio do arroz em casca, obtidos por dessecção, bem como suas isotermas calculadas pelo modelo de Chung-Pfost.

Observa-se que para uma umidade relativa constante os valores de umidade de equilíbrio diminuíram com o aumento da temperatura, seguindo a mesma tendência da maioria dos produtos agrícolas. Assim, a partir destas isotermas, pode-se manejar adequadamente o produto visando à manutenção do seu teor de água nos níveis recomendados para o armazenamento seguro.

**CONCLUSÕES:** Conclui-se que o teor de água de equilíbrio higroscópico do arroz em casca, cultivar Uruçuia, é diretamente proporcional à umidade relativa do ar e decresce com o aumento de temperatura, para uma mesma umidade relativa. O modelo proposto por Chung-Pfost é o que melhor representa a higroscopicidade do produto estudado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASUNIA, M. A.; ABE, T. Moisture desorption isotherms of medium-grain rough rice. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p.205-219, 2001.

HALL, C.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: AVI, 381p. 1980.

MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**. v.66, p.513-518. 2005.

MULET, A.; GARCIA-PASCUAL, P.; SANJUÁN, N.; GARCIA-REVERTER, J. Equilibrium isotherms and isosteric heats of morel (*Morchella esculenta*). **Journal of Food Engineering**, London, v.53, p.75-81. 2002.

## PROPRIEDADES FÍSICAS DO ARROZ EM CASCA

RESENDE<sup>1</sup>, O., CORRÊA<sup>2</sup>, P. C., GONELP<sup>3</sup>, A.L.D., HENRIQUES<sup>4</sup>, D.R.

**INTRODUÇÃO:** A redução do teor de água dos grãos influencia diretamente na alteração das suas propriedades físicas durante a secagem. Assim, a correta determinação das propriedades físicas é de suma importância na otimização dos processos industriais, estudos de aerodinâmica, projeto e dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita. Recentemente, pesquisadores têm realizado estudos para a avaliação das principais propriedades físicas dos produtos agrícolas, demonstrando a sua aplicação prática em projetos de máquinas e estruturas. Descobertas científicas têm melhorado a manipulação e o processamento dos materiais biológicos, com a utilização de processos mecânicos, térmicos, elétricos, ópticos, dentre outros, entretanto, pouco é conhecido sobre as características físicas dos produtos (Amin et al., 2004). Inúmeros autores têm investigado as variações das propriedades físicas em função do teor de água e de outros fatores durante a secagem para diversos produtos como para milho pipoca (Ruffato et al., 1999), lentilha (Amin et al., 2004), milheto (Baryeh, 2002), semente de quiabo (Sahoo e Srivastava, 2002), noz de caju (Balasubramanian, 2001), semente de algodão (Ozarlan, 2002), ervilha (Baryeh e Mangope, 2002), café (Chandrasekar e Viswanathan, 1999), cacau (Bart-Plange e Baryeh, 2002), dentre outros. Diante o exposto, objetivou-se determinar e avaliar as propriedades físicas (porosidade, massas

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Fone (31) 38992030. e-mail: osvresende@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

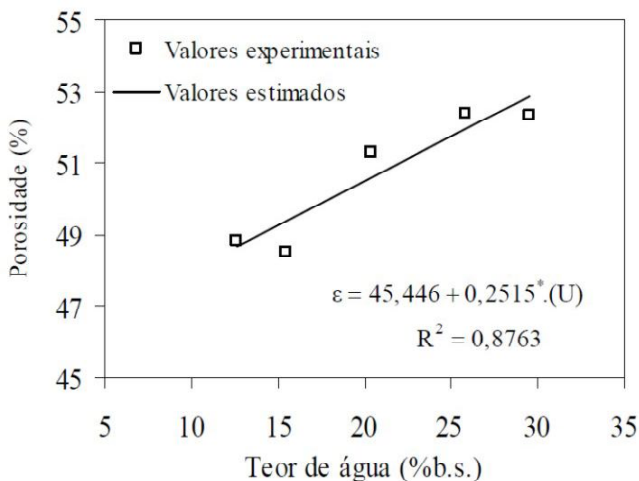
<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

específicas aparente e unitária) dos grãos de arroz em casca, de uma variedade nacional, durante o processo de secagem e ajustar modelos matemáticos que as representem satisfatoriamente em função do teor de água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados grãos de arroz em casca, cultivar Uruçuaia, colhidos com teor de água de, aproximadamente 30,0 (%b.s.). Para efetuar a secagem do produto e obter os demais níveis de umidade, 29,6; 25,8; 20,4; 15,5 e 12,7 (%b.s.), utilizou-se uma estufa com ventilação forçada à temperatura de 40°C. Os teores de água do produto foram determinados pelo método gravimétrico utilizando a estufa, 105±1 °C, até massa constante, em três repetições. A porosidade da massa de arroz foi determinada, pela média de três repetições, utilizando um picnômetro de comparação a ar, segundo o processo descrito por Mohsenin (1986). A massa específica aparente foi determinada utilizando-se uma balança de peso hectolitro, com capacidade de um litro, em três repetições para cada tratamento. A massa específica unitária foi obtida em função da porosidade e da massa específica aparente de acordo com a equação descrita por Mohsenin (1986):

$$\tilde{\nu}u = \frac{\tilde{\nu}ap}{(1 - e)}$$

em que:  $\tilde{\nu}ap$ : massa específica aparente, kg m<sup>-3</sup>;  $\tilde{\nu}u$ : massa específica unitária, kg m<sup>-3</sup>;  $e$ : porosidade, %. Os modelos foram escolhidos com base na significância da equação, pelo teste F, e dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", a fim de se estabelecerem



\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

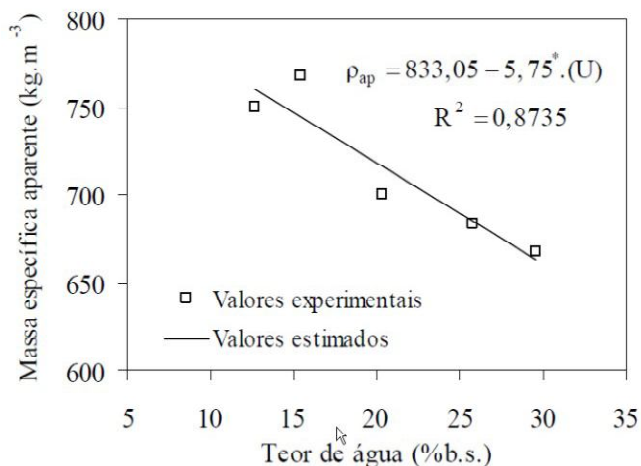
**Fig. 1.** Valores experimentais e estimados da porosidade ( $e$ ) da massa de grãos de arroz em função do teor de água (U).

equações que representem as interações entre as variáveis analisadas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1, são apresentados os valores experimentais e estimados da porosidade da massa de grãos de arroz em função do teor de água (b.s.).

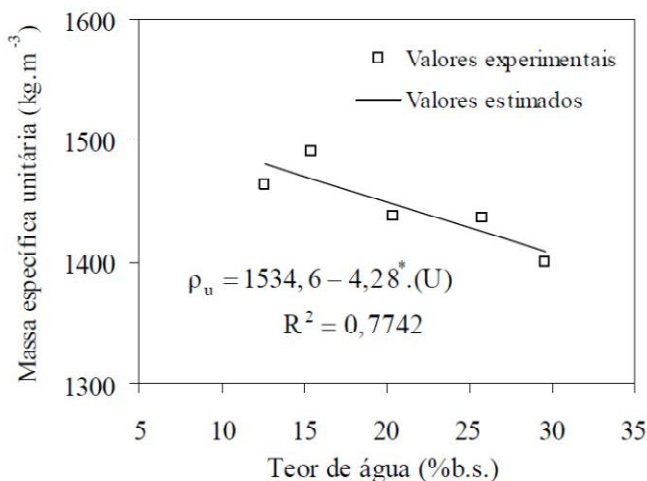
A porosidade da massa de grãos está diretamente relacionada com a forma e tamanho dos grãos, apresentando valores para o arroz em casca entre 52,3 a 48,5%, para a faixa de umidade estudada. Observa-se que a porosidade da massa de arroz descreve comportamento semelhante à maioria dos produtos agrícolas, apresentando redução dos seus valores com a diminuição do teor de água. O modelo linear representa satisfatoriamente aos valores experimentais, sendo significativo a 5% de probabilidade

pelos testes "t", e apresentando elevado valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Afonso Júnior et al. (2000) também verificaram o mesmo comportamento linear para a porosidade dos grãos de milho durante a secagem, embora estes tenham apresentado menores



\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

**Fig. 2.** Valores experimentais e estimados da massa específica aparente ( $\bar{\rho}_{ap}$ ) do arroz em casca, em função do teor de água (U).



\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

**Fig. 3.** Valores experimentais e estimados da massa específica unitária ( $\bar{\rho}_u$ ) do arroz em casca em função do teor de água (U).

valores de porosidade comparados com o arroz. Isso se deve, possivelmente, ao fato de o grão de arroz apresentar apêndices e pêlos na superfície da sua casca, o que, proporciona um maior volume dos espaços intergranulares. Nas Figuras 2 e 3, estão apresentados os valores experimentais e estimados da massa específica aparente e unitária, para diferentes teores de água.

De acordo com as Figuras 2 e 3, verifica-se que ocorreu uma redução da massa específica aparente e da massa específica unitária dos grãos de arroz em casca com o aumento do teor



de água, como observado para a maioria dos produtos agrícolas como relatado por diversos pesquisadores (Chandrasekar e Viswanathan, 1999, Ruffato et al., 1999; Afonso Júnior et al., 2000; Corrêa et al., 2004). Os valores experimentais da massa específica aparente e unitária para o arroz variaram entre 667,2 a 749,1 kg m<sup>-3</sup> e 1399,9 a 1464,2 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, para o teor de água do produto variando de 29,6 a 12,7 (%b.s.).

**CONCLUSÕES:** a redução do teor de água influencia as propriedades físicas dos grãos de arroz, provocando a diminuição da porosidade e o aumento das massas específicas aparente e da massa específica unitária. Estas propriedades físicas variam linearmente em função do teor de água, para a faixa de umidade estudada.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C.; ANDRADE, E.T. Análise da variação das propriedades físicas e contração volumétrica dos grãos de milho (*Pennisetum glaucum*) durante o processo de dessecamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 15-21, 2000.
- AMIN, M.N.; OSSAIN, M.A.; ROY, K.C. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. **Journal of Food Engineering**, London, v.65, p.83-87, 2004.
- BALASUBRAMANIAN, D. Physical Properties of Raw Cashew Nut. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.78, n.3, p.291-297, 2001.
- BART-PLANGE, A.; BARYEH, E.A. The physical properties of Category B cocoa beans. **Journal of Food Engineering**, London, v.60, p.219-227, 2003.
- BARYEH, E.A. Physical properties of millet. **Journal of Food Engineering**, London, v.51, p.39-46, 2002.
- BARYEH, E. A.; MANGOPE, B.K. Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. **Journal of Food Engineering**, London, v.51, p.39-46, 2002.
- CHANDRASEKAR, S.V.; VISWANATHAN, R. Physical and thermal properties of coffee. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.73, p.227-234, 1999.
- MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.
- OZARSLAN, C. Physical Properties of Cotton Seed. **Biosystems Engineering**, v.83, n.2, p.169-174, 2002.
- RUFFATO, S.; CORRÊA, P.C.; MARTINS, J.H.; MANTOVANI, B.H.M.;
- SILVA, J.N. Influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.45-48, 1999.
- SAHOO, P.K.; SRIVASTAVA, A.P. Physical Properties of Okra Seed. **Biosystems Engineering**, v.84, n.4, p.441-448, 2002.

## DETERMINAÇÃO E MODELAGEM DAS PROPRIEDADES

<sup>1</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Campus UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Fone (31) 3899-2030. e-mail: copace@ufv.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

## TÉRMICAS DO ARROZ EM CASCA

CORRÊA<sup>1</sup>, P. C., RESENDE<sup>2</sup>, O., GONELP, A.L. D., BOTELHO<sup>4</sup>, F.M.

**INTRODUÇÃO:** O conhecimento das propriedades térmicas dos produtos agrícolas é fundamental para prever e/ou simular o comportamento dos grãos e a quantidade de energia requerida quando submetidos a diferentes condições de secagem, aquecimento ou resfriamento. Para Mohsenin (1980) grande parte das alterações internas de um produto que ocorrem durante as diversas etapas do processamento, pode ser identificada conhecendo-se as suas principais propriedades térmicas: calor específico, condutividade e difusividade térmica. Estas características, próprias de cada produto, podem ser influenciadas pelo teor de água, temperatura e a massa específica aparente (Chang, 1986). O calor específico é a quantidade de calor necessária ao produto para promover mudanças em sua temperatura por unidade de massa (Incropera e Dewitt, 1992). A diferença de temperatura entre dois pontos distintos resulta em transferência de calor. A condutividade térmica indica a rapidez com que a transferência de energia ocorre em um dado material em função de um gradiente de temperatura existente. Segundo Mohsenin (1980), a difusividade térmica pode ser considerada como a taxa com que o calor é difundido para fora do material. O objetivo deste trabalho foi determinar o calor específico, a condutividade térmica e a difusividade térmica dos grãos de arroz em casca, de uma variedade nacional, durante o processo de secagem e ajustar modelos matemáticos que as representem adequadamente.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados grãos de arroz em casca, cultivar Uruçuia, colhidos com teor de água de 30,0 (%b.s.). Para obtenção dos demais níveis de umidade, 25,8; 21,8; 19,7; 17,0; 14,2 e 10,7 (%b.s), utilizou-se uma estufa com ventilação forçada à temperatura de 40 °C. Os teores de água do produto foram determinados pelo

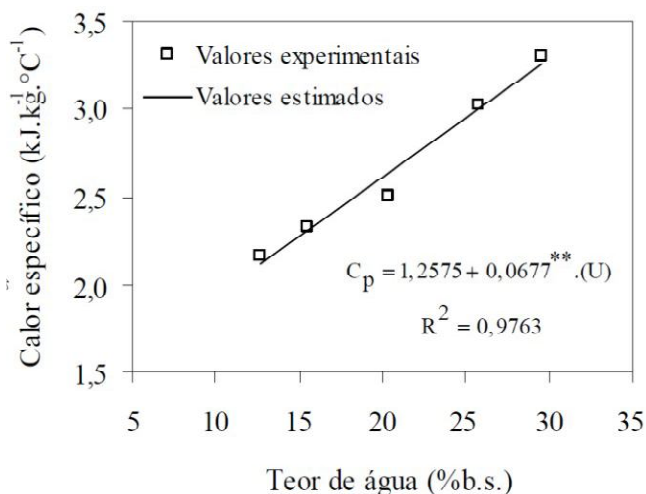
$$k = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot (T_f - T_i)} \cdot \ln \left( \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} \right)$$

método gravimétrico utilizando a estufa, 105±1°C, até massa constante. O calor específico foi obtido pelo método das misturas, segundo técnica descrita por Sasseron (1984). A condutividade térmica foi determinada empregando-se um equipamento experimental baseado no método do cilindro teoricamente infinito, imerso em ambiente com temperatura controlada a 22 °C, considerando a hipótese da condução unidimensional na direção radial, de acordo com metodologia descrita por Muir e Chandra (1970), conforme seguinte expressão:

em que, k: condutividade térmica (W m<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>); Q: potência dissipada pela fonte por unidade de comprimento (W m<sup>-1</sup>); T<sub>f</sub>: temperatura final do intervalo usado (°C); T<sub>i</sub>: temperatura inicial do intervalo usado (°C); t<sub>2</sub>: instante final do intervalo usado para determinar a condutividade térmica (s); t<sub>1</sub>: instante inicial do intervalo usado para determinar a condutividade térmica (s); t<sub>0</sub>: fator de correção do tempo (s). A difusividade térmica do produto foi determinada utilizando-se os valores experimentais da massa específica aparente, calor específico e a condutividade térmica, de acordo com a expressão:

$$a = \frac{k}{\tilde{n} \cdot C_p}$$

em que: a: difusividade térmica (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>);  $\tilde{n}$ : massa



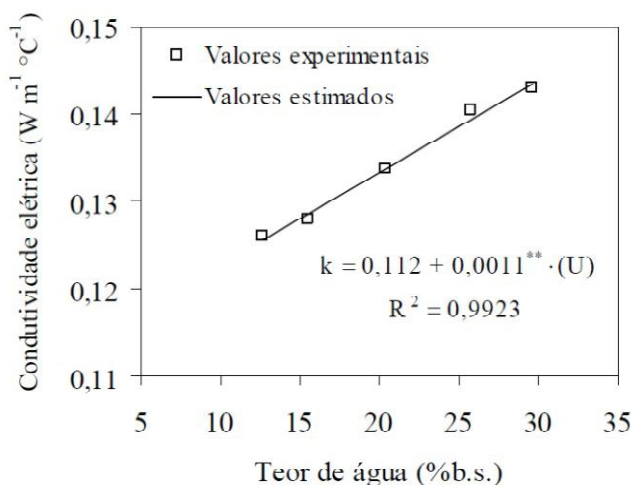
\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

**Fig. 1.** Valores experimentais e estimados do calor específico ( $C_p$ ) dos grãos de arroz em função do teor de água (U).

específica ( $\text{kg m}^{-3}$ ). Os valores da massa específica aparente foram 672,26; 709,22; 730,47; 743,17; 750,98 e 752,96  $\text{kg m}^{-3}$ , respectivamente para os níveis de umidade de 25,8; 21,8; 19,7; 17,0; 14,2 e 10,7 (%b.s.). Os modelos foram escolhidos com base na significância da equação, pelo teste F, e dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t".

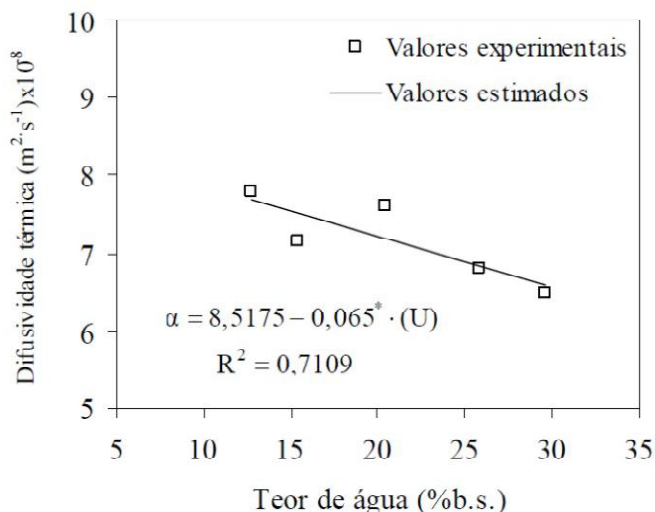
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1, são apresentados os valores experimentais e estimados do calor específico do arroz em casca.

Observa-se na Figura 1 que os valores do calor específico do arroz em casca



\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

**Fig. 2.** Valores experimentais e estimados da condutividade térmica ( $k$ ) dos grãos de arroz em função do teor de água, como acontece para a maioria dos



\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

**Fig. 3.** Valores experimentais e estimados da difusividade térmica da massa granular de arroz (a) em função do teor de água (U).

produtos agrícolas, apresentando, para a faixa de umidade estudada, valores entre 2,16 a 3,30 ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ). A variação do calor específico em função do teor de água do produto pode ser satisfatoriamente descrita pelo modelo linear, como observado por diversos pesquisadores para o arroz em casca (Akritidis et al., 1988; Barker, 1992). Nas Figuras 2 e 3, são apresentados os valores experimentais e estimados da condutividade térmica e da difusividade térmica da massa granular do arroz em função do teor de água.

De acordo com a Figura 2, verifica-se que os valores experimentais da condutividade térmica do arroz, também aumentaram linearmente com a elevação do teor de água do produto, conforme observado por Barker (1992) para a faixa de umidade entre 11,0 e 24,0 (%b.s.). Yang et al. (2003) observaram que a condutividade térmica do arroz em casca variou de 0,08 a 0,138 ( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) para teores de água entre 9,2 e 17,0 (%b.s.). No presente trabalho, os valores de condutividade térmica da massa granular variaram de 0,126 a 0,143 ( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) para a faixa de umidade estudada. Analisando a Figura 3, verifica-se que a difusividade térmica do arroz reduziu linearmente com o aumento do teor de água do produto, apresentando valores entre  $7,8 \times 10^{-8}$  e  $6,5 \times 10^{-8}$  ( $\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ ), para a faixa de umidade estudada. Barker (1992) também verificou que a difusividade térmica do arroz em casca diminuiu linearmente com a elevação do teor de água, obtendo-se magnitudes de  $10,9 \times 10^{-8}$  a  $9,27 \times 10^{-8}$  ( $\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ ) para a faixa de umidade entre 10,0 a 20,0 (%b.s.).

**CONCLUSÕES:** o calor específico e a condutividade térmica do arroz aumentam com a elevação do teor de água apresentando, para a cultivar e faixa de umidade estudada, valores de 2,16 a 3,30 ( $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) e entre 0,126 e 0,143 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ), respectivamente. Os valores de difusividade térmica reduzem com o aumento da umidade apresentando valores entre  $7,8 \times 10^{-8}$  e  $6,5 \times 10^{-8}$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Estas propriedades térmicas variam linearmente em função do teor de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKRITIDIS, C.B.; TSATSARELIS, C.A.; BAGIATIS, C.B. Equilibrium moisture content of pumpkin seed. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.31, n.6, p.1824-1827, 1988.
- BARKER, G.L. Temperature effects on lint cotton equilibrium moisture content. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.35, n.5, p.1377-1380, 1992.
- CHANG, C.S. Thermal conductivity of wheat, corn, and grain sorghum as affected by bulk density and moisture content. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.29, n.5, p.1447-450, 1986.
- INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 3a edição, 380p, 1992.
- MOHSENIN, N. N. **Thermal properties of foods and agricultural materials**. New York: Gordon and Breach science publishers Inc., 407p, 1980.
- MUIR, W.E.; CHANDRA, S. Thermal conductivity of spring wheat at low temperatures. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, n.70, p.805, 1970.
- SASSERON, J.L., **Avaliação de propriedades físicas e curvas de secagem, em camadas finas, de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 1984. 61p.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- YANG, W.; SIEBENMORGEN, T.J.; THIELEN, T.P.H.; CNOSSEN, A.G. Effect of Glass Transition on Thermal Conductivity of Rough Rice. **Postharvest Technology**, v.84, n.2, p.193-200, 2003.

## ESTUDO DE DORMÊNCIA PÓS-COLHEITA E SUA INTENSIDADE EM GENÓTIPOS DE ARROZ CATETO (*Oryza sativa* L.)

REZENDE<sup>1</sup>, J.M., FONSECA<sup>2</sup>, J.R., CASTRO<sup>3</sup>, E. da M., MORAIS<sup>3</sup>, O.P.

**INTRODUÇÃO:** Sementes de arroz recém-colhidas apresentam dormência, isto é, um estado normal de repouso, em que elas não germinam mesmo em presença de fatores favoráveis, como água, luz, temperatura e oxigênio. Várias têm sido as causas apontadas como promotoras da dormência das sementes de arroz, porém, a maioria dos pesquisadores apontam como as principais, a presença de inibidores de germinação, como o ácido abscísico, temperaturas elevadas (30° C) a partir de 10 dias após a floração e a impermeabilidade ao oxigênio do complexo casca (lema e pálea) e pericarpo (Fonseca et al., 2001). Na cultura do arroz, a dormência é tanto mais acentuada quanto mais nova for a semente, a partir do ponto de maturidade fisiológica. Pode ser de poucos dias, alguns meses ou estender-se por vários anos, dependendo da cultivar (Cícero, 1986). Em condições normais de ambiente, a perda natural de dormência dos genótipos de arroz dá-se desde poucos dias até vários meses após a colheita, havendo variação na sua intensidade para sementes de uma mesma cultivar, conforme o ano de cultivo e, também devido ao sistema de cultivo. Escassos são os trabalhos que relatam sobre a ocorrência de dormência em arroz cateto, isto é, um padrão especial constituído por grãos de formato arredondado, semi-arredondado ou meio-alongado (Fonseca et al., 2005), que tem crescido de interesse entre os produtores. Assim, o trabalho tem por

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 753756-000, Sto. Antônio de Goiás, GO, e-mail: janayrezende@bd.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO

objetivo colaborar com informações que possam auxiliar na decisão de quando semear tais sementes.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado durante o ano de 2005 (safra - 2004/2005), avaliando a dormência de vinte genótipos de arroz cateto (terras altas). As sementes foram provenientes dos campos de produção e multiplicação de sementes do programa de melhoramento de arroz de terras altas instalados na Fazenda Capivara, em Santo Antônio de Goiás. A colheita das sementes iniciou-se na segunda quinzena do mês de março e estendeu-se por um mês, devido a variação do ciclo dos genótipos, que são os seguintes: Arroz Bolinha/Catetinho, Cana Roxa Limpo, Zebu, Pingo de Ouro, Gergelim, Montainha 90 dias, Cateto Coleta, TB47H-MR-11-51-3, IRAT 10, Cateto Seda, Rabo de Burro, Yin Lu 30, Tomoe Mochi, EEPG-1-269-FURNAS, Nahng Paya 132, Japonês, Cateto Amarelo, Bico Preto, Yin Lu 31 e MG-1089. Uma vez as sementes colhidas, foram trilhadas manualmente, embaladas e submetidas à secagem natural à sombra por três dias e armazenadas em prateleiras em condições de um galpão fechado. A avaliação de dormência pós-colheita foi determinada por meio de teste de germinação, em laboratório, utilizando-se duas repetições de 50 sementes por genótipo, semeadas em substratos de papel para germinação, os quais foram colocados em germinador, sob temperatura de 30°C. A contagem das sementes germinadas foi feita aos sete e quatorze dias. Os testes foram realizados a cada sete dias, com início no décimo dia após a colheita. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes germinadas. No estudo a dormência foi considerada superada quando a percentagem de sementes germinadas foi superior a 90%.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Podem ser vistos na Tabela 1 a dormência póscolheita dos acessos de arroz cateto, onde constata-se que a duração do período de dormência foi

**Tabela 1.** Percentagem de germinação das sementes em pós-colheita, em genótipos de arroz cateto.

Genótipo <sup>1</sup>	Dias após a colheita						
	17	24	31	38	45	52	59
Bolinha/Catetinho	14	80	90	-	-	-	-
Cana Roxa Limpo	6	74	86	100	-	-	-
Zebu	14	70	74	100	-	-	-
Pingo de Ouro	24	66	82	80	90	-	-
Gergelim	54	28	90	-	-	-	-
Montainha 90 dias	54	100	-	-	-	-	-
Cateto Coleta	46	78	98	-	-	-	-
TB47H-MR-11-51-3	20	52	32	34	82	98	-
IRAT 10	52	80	80	78	74	94	-
Cateto Seda	0	0	10	34	60	68	100
Rabo de Burro	8	78	94	-	-	-	-
Yin Lu 30	2	18	32	86	96	-	-
Tomoe Mochi	94	-	-	-	-	-	-
EEPG-1-269-FURNAS	8	48	82	96	-	-	-
Nahng Paya 132	30	26	80	98	-	-	-
Japonês	98	-	-	-	-	-	-
Cateto Amarelo	44	92	-	-	-	-	-
Bico Preto	4	50	32	96	-	-	-
Yin Lu 31	4	12	30	76	98	-	-
MG-1089	8	44	40	62	98	-	-

1. Colheita em torno de 22% de umidade

variável nos genótipos estudados. Aos 31 dias após a colheita, 40% dos genótipos já haviam superado a dormência chegando a 65% de superação quando avaliados aos 38 dias da colheita. O Cateto Seda foi o que apresentou maior duração de dormência pós-colheita, que se estendeu por 59 dias. Os genótipos Japonês e Tomoe Mochi não

apresentaram dormência quando avaliados aos 17 dias após a colheita. Em arroz de várzea, Rezende et al. (2005) estudando linhagens de grãos do tipo agulhinha, oriundas do programa de melhoramento da Embrapa, também encontraram variação nos genótipos, sendo que algumas linhagens mostraram-se mais dormentes, estendendo-se cerca de 108 dias após a colheita.

**CONCLUSÕES:** Os genótipos de arroz cateto, oriundos do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão, mostraram-se com duração e intensidade de dormência pós-colheita variável. A dormência dos genótipos avaliados se mostrou pouco persistente, sendo que sua duração foi inferior a dois meses.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÍCERO, S. M. **Dormência de sementes.** Primeira Semana de Atualização em Produção de Sementes. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 41-73, 1986.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M.; CUTRIM, V. dos A. **Ocorrência e duração de dormência em arroz de terras altas e de várzeas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 54).

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. da M.; MORAIS, O. P.; SOARES, A. A. **Avaliação de arroz cateto.** Trabalho apresentado na Reunião Técnica de Melhoramento de Arroz, Santo Antônio de Goiás, GO, 2005.

REZENDE, J. M.; FONSECA, J. R.; V. dos A. Dormência pós-colheita em linhagens e cultivares de arroz (*Oriza sativa* L.) de várzeas. In: CONGRESSO DE

PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, II., GO., 2005: Resumos Expandidos do 2º Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFG, 3 a 7 de outubro de 2005. CD-ROOM.

## PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ EM RESPOSTAS A DOSES DE CÁLCIO E NITROGÊNIO

MARTINS<sup>1</sup>, H.S.D.; SÁ<sup>2</sup>, M.E.; BUZETTI<sup>3</sup>, S.; ARF<sup>2</sup>, O; BINOTTI<sup>3</sup>, F.F.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo de arroz e terras altas, utilizando irrigação suplementar vem crescendo no cenário agrícola do país nos últimos anos. É importante que junto a esta nova tecnologia sejam incorporadas práticas agrícolas de manejo do solo e das plantas que possam promover aumentos na produtividade. Neste sentido, o uso da nutrição mineral tem sido um os fatores que tem proporcionado respostas satisfatórias. Outro fato importante é que para cada local e cada modalidade de cultivo se tenham cultivares mais adaptados que possam proporcionar retorno financeiro aos agricultores, permitindo com lucros mais elevados um avanço da agricultura. Este tipo de resposta também dá maiores subsídios aos melhoristas no direcionamento de suas pesquisas na busca de cultivares melhorados. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da calagem e do nitrogênio sobre a produção e qualidade de sementes de três cultivares de arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE-UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no Município de Selvíria-MS, num

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, UNESP (trabalho desenvolvido com Bolsa CNPq/PIBIC), Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 56 – CEP 15385-000 – Ilha Solteira-SP

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor Titular UNESP, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 56 – CEP 15385-000 - Ilha Solteira-SP

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo - MS, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 56 – CEP 15385-000 - Ilha Solteira-SP

LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um esquema fatorial 2x3x3, com 2 doses de calcário calcítico (0 e 1000 kg.ha<sup>-1</sup>), três cultivares de arroz IAC 202, Maravilha e Confiança e três doses de nitrogênio em cobertura (0, 40 e 80 kg.ha<sup>-1</sup>) utilizando-se como fonte de N a Uréia, aplicada aos 31 dias após a emergência das plântulas. A adubação de sementeira constou da aplicação de 250 kg.há<sup>-1</sup> da formulação 8-28-16+Zn, feita manualmente, em sulcos espaçados 50 cm entre linhas. Cada parcela constou de 6 linhas de 12 m, sendo que foi considerada como área útil as 4 linhas centrais com 10 m de comprimento. A sementeira foi realizada manualmente em 09.02.2002, colocando-se 80 sementes puras viáveis por metro de sulco. O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente através de duas capinas sendo que não houve necessidade de aplicação de defensivos visando o controle de pragas e doenças. A cultura foi irrigada por aspersão colocando-se em média 15mm de água semanalmente. Avaliou-se o número de panículas/m<sup>2</sup>, número de sementes por panícula, fertilidade das espiguetas, relação/semente palha, massa de 100 sementes e produtividade de sementes (13% de umidade). As médias obtidas para calcário e cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e para doses de N aplicou-se análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Verifica-se que não foram observados efeitos significativos para as doses de calcário sobre o número de panículas/m<sup>2</sup>, número de grãos cheios/panícula e fertilidade de espiguetas. (Tabela 1). Já com relação às diferenças entre cultivares foi verificada diferença significativa para número de panícula/m<sup>2</sup> e número de grãos cheios por panícula, com o cultivar IAC 202 apresentando número de panículas/m<sup>2</sup> significativamente superior ao cultivar Confiança, enquanto que o cultivar Maravilha apresentou número de grãos cheios por panícula significativamente superior aos outros dois cultivares, IAC 202 e Confiança. As doses de nitrogênio não afetaram significativamente os três parâmetros. Já no que diz respeito à massa de 100 sementes, relação sementes palha e produtividade de sementes não se verificaram efeitos significativos nem das doses de calcário e nem das doses de nitrogênio em cobertura, porém foram observadas diferenças significativas entre cultivares. (Tabela 2) O cultivar IAC 202 apresentou maior produtividade de sementes, diferindo significativamente do cultivar Maravilha que também diferiu significativamente do cultivar Confiança. Os cultivares IAC 202 e Confiança apresentaram massa de 100 sementes (Tabela 2) significativamente superior ao cultivar Maravilha, o mesmo ocorrendo para a relação semente/palha, mostrando que o cultivar Maravilha produziu uma maior quantidade de palha em relação à quantidade de sementes produzidas. Com relação ao efeito da calagem sobre a

**Tabela 1.** Valores médios\* médios de número de panículas/m<sup>2</sup>, número de grãos cheios/panícula e fertilidade de espiguetas(%) em função de calagem, cultivares e doses de N em cobertura, na safra 2002/2003. Selvíria- MS.

Tratamentos	Número de panículas/m <sup>2</sup>	Número de grãos cheios/panícula	Fertilidade de espiguetas(%)
Calagem (kg.ha <sup>-1</sup> )			
Zero	250	151	83
1000	246	148	82
Cultivares			
IAC 202	268 a	135 b	83
Maravilha	242 ab	195 a	82
Confiança	232 b	117 b	82
Doses de N (kKg.h <sup>-1</sup> )			
0	244	150	82
40	254	147	82
80	246	151	83
<b>CV(%)</b>	<b>20,69</b>	<b>17,27</b>	<b>6,13</b>

\* Médias na mesma coluna, seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<sub>f</sub> ~ 0,05)



produtividade do arroz Dynia e Moraes (1998), Fageria (2001) verificaram que a utilização do calcário não influenciou a produtividade do arroz, fato este também verificado no presente trabalho. Para o nitrogênio, Andrade e Amorim Neto (1996), Stone e Silva (1998) verificaram que o N aumentou o número de panícula/m<sup>2</sup>, enquanto que a Fageria e Wilcox (1997) observaram em seus experimentos com arroz de sequeiro que a dose máxima de N a ser aplicada estaria em torno de 40-50 kg.ha<sup>-1</sup>, fato este não confirmado no presente trabalho onde não se verificaram os efeitos de doses. É importante ressaltar que as diferenças entre cultivares são indicativas que há materiais adequados para determinada região e sistema de cultivo, porém novos experimentos necessitam ser realizados para se ter uma confirmação dos resultados.

**CONCLUSÃO:** O cultivar IAC 202 se mostrou mais produtivo, que os outros dois cultivares testados não se observaram efeitos do calcário e do nitrogênio sobre o desempenho dos cultivares de arroz nas doses e condições estudadas.

#### LITERATURA CITADA

ANDRADE, W.E.B; AMORIM NETO, S. Influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento e outros parâmetros de duas cultivares de arroz irrigado na região Norte Fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 293 – 300, 1996.

DYNIA, J.F.; MORAES, J.F.V. Calagem, adubação com micronutrientes e produção de arroz irrigado e feijoeiro em solo várzea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 831-838, 1998.

FAGERIA, N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 11, p.1449-1454, 2001.

FAGERIA, N.K., WILCOX, G.E. Influência de nitrogênio e fósforo no crescimento de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 30, n. 301, p. 24-28, 1997.

STONE, L.F; SILVA, J.G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33.n. 6, p. 891-897, 1998.

## PERFIL SANITÁRIO E FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ARROZ PROVENIENTES DE ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO

SILVA-LOBO, V. L<sup>1.</sup>, UTUMI, M. M<sup>2.</sup>, PEIXOTO, O. M<sup>3.</sup>, CASTRO, E. M<sup>3.</sup>, BRITO, A. M<sup>4.</sup>

**INTRODUÇÃO:** No controle de qualidade de sementes vem sendo reconhecida, de forma crescente, a importância dos problemas fitossanitários (Araújo & Rosseto, 1987). Além dos aspectos de transmissão e suas conseqüências epidemiológicas, a presença de certos patógenos nas sementes pode resultar em efeitos diretos, como redução do potencial germinativo, do vigor, da emergência, do período de armazenamento e até do rendimento (Ito & Tanaka, 1993). A cultura do arroz é afetada por doenças durante todo seu ciclo, que reduzem a produtividade e a qualidade dos grãos. Os fungos são os principais organismos patogênicos que podem se associar às sementes de arroz, abrangendo aproximadamente 50 espécies já relatadas. A mancha de grãos é considerada, depois da brusone (*Pyricularia grisea*), uma das principais doenças do arroz e está associada a mais de um patógeno fúngico ou bacteriano. As manchas aparecem desde o início da emissão das panículas até o seu

<sup>1</sup> Pesquisador, Empresa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332176. E-mail: vloba@mpf.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Empresa Rondônia, Porto Velho, RO.

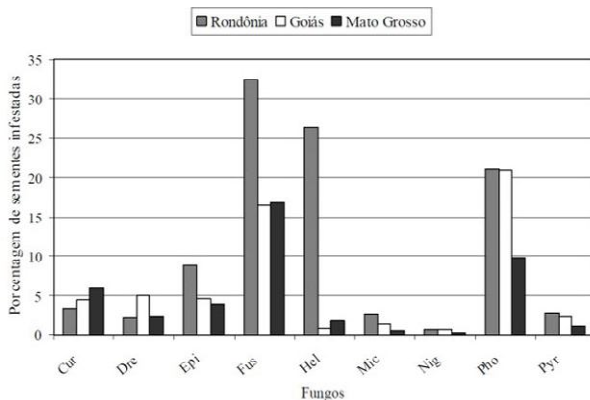
<sup>3</sup> Pesquisador, Empresa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia, Escola de Agronomia, UFG Goiânia, GO.

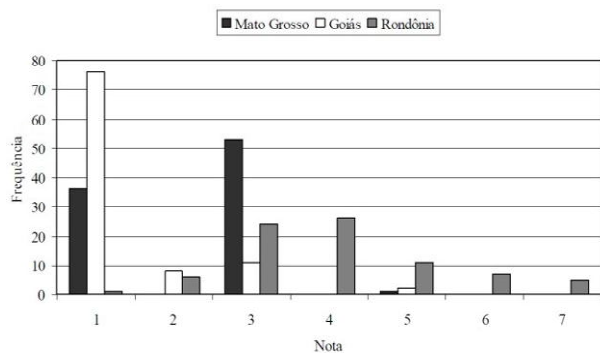
amadurecimento. Os sintomas são muito variáveis, dependendo do patógeno predominante, do estágio de infecção e das condições climáticas. A doença ocorre em todo o Brasil, tanto no arroz irrigado quanto no arroz de terras altas. A maioria dos fungos que participam do complexo de patógenos causadores da mancha de grãos em arroz, têm a semente como a principal via de disseminação, além de atuar com fonte primária de inóculo. Devido à importância da doença e o seu grande aumento nas últimas safras, foi feito um estudo com o objetivo de se avaliar a qualidade sanitária e fisiológica das sementes de arroz, provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) conduzidos em Goiás, Mato Grosso e Rondônia.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Na safra 2004/2005 foram retiradas amostras de sementes provenientes dos ensaios de VCU (valor de cultivo e uso), instalados em Vilhena (RO), conduzidos pela Embrapa Rondônia, em Sinop (MT) e em Santo Antônio de Goiás, conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, para a realização da análise fitossanitária e fisiológica das mesmas. O teste de sanidade foi realizado pelo método de incubação em papel mata-borrão com congelamento, conforme regras para análise de sementes (Brasil, 1992). Utilizando-se quatro repetições de 25 sementes, distribuídas uniformemente em caixas gerbox, contendo duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada. Os gerboxes contendo as sementes foram incubados por sete dias, a uma temperatura de 24°C, umidade de 65% e fotoperíodo de 12 horas de luz ultravioleta e 12 horas de escuro. Após o período de incubação, foram feitas a contagem e a identificação dos fungos presentes nas sementes, com auxílio de um microscópio estereoscópio, e quando necessário utilizou-se o microscópio de luz. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se o número de sementes infectadas por patógeno. O teste de germinação e vigor foi efetuado seguindo as regras para análise de sementes (Brasil, 1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes, distribuídas em duas folhas na base de papel germitest, previamente umedecido com água destilada, e uma na cobertura. Em seguida essas sementes foram mantidas em germinador, com temperatura controlada a 30°C por sete e dez dias, quando foi feita a avaliação de germinação e vigor, respectivamente.

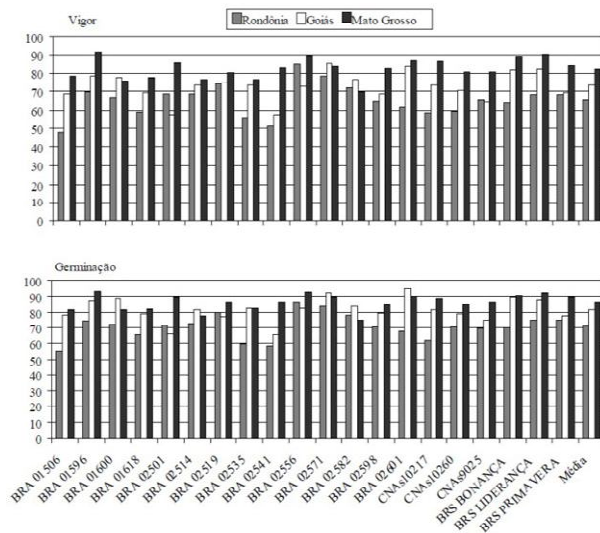
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** De modo geral, foram detectados os fungos: *Alternaria alternata*, *Alternaria padwickii*, *Aspergillus*, *sp.*, *Cladosporium sp.*, *Curvularia sp.*, *Drechslera oryzae*, *Epicoccum sp.*, *Fusarium moniliforme*, *Helminthosporium halodes*, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora sp.*, *Penicillium sp.*, *Phoma sp.*, *Pithomyces sp.*, *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus sp.*, *Sarocladium sp.*, *Chaetomium sp.* e bactérias. Estes fungos fazem parte do complexo de patógenos causadores da mancha de grãos. A frequência dos mesmos variou conforme a linhagem e o local de condução do VCU, sendo observadas maiores incidências destes patógenos, nas amostras oriundas do VCU de Rondônia seguido pelas amostras do VCU de Goiás, destacando-se: *Drechslera oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Helminthosporium halodes*, *Microdochium oryzae*, *Phoma sp.*, *Pyricularia grisea* (Figura 1). Na avaliação de mancha de grãos no campo, as linhagens avaliadas no VCU de Rondônia



**Fig. 1.** Aspecto fitossanitário das sementes de 20 linhagens, provenientes dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), conduzidos em três Estados geográficos.



**Fig. 2.** Frequência de notas de mancha de grãos no campo, em linhagens avaliadas em ensaios de Valor de Cultivo e Uso, em três Estados geográficos.



**Fig. 3.** Aspecto fisiológico (vigor e germinação) das linhagens avaliadas nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), conduzidos em três Estados geográficos.

receberam as notas mais altas, variando de um a sete, com maior frequência de notas acima de quatro, as linhagens avaliadas em Goiás apresentaram maior frequência de notas um e as avaliadas no Mato Grosso a maior frequência foi de nota três (Figura 2). Observou-se uma maior relação entre a avaliação de campo e a avaliação de sanidade das sementes em laboratório no ensaio de VCU conduzido em Rondônia. Na análise fisiológica, a maioria das linhagens, bem como a média das linhagem por local, apresentou uma menor germinação e vigor no VCU conduzido em Rondônia, seguido pelo de Goiás (Figura 3). Isso se deve, provavelmente, a maior porcentagem de fungos encontrada nas sementes oriundas destes locais. As variações observadas na porcentagem de infecção destes patógenos, foram devido as condições climáticas que variaram em função do local de condução dos ensaios, sendo que em Rondônia foi observada alta precipitação pluviométrica na fase de enchimento de grãos.

**CONCLUSÃO:** As linhagens avaliadas no VCU de Rondônia apresentaram as maiores notas de mancha de grãos no campo, as maiores porcentagens de fungos presentes nas sementes e consequentemente sementes com as menores germinação e vigor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E., ROSSETO, E.A. Doenças e injúrias de sementes. In: SOAVE, J.C., WETZEL, M.M.V.S. (eds.). Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargil/ABRATES-COPASEM, 1987. P.146-163

ITO, M.F., TANAKA, M.A.S. Soja- principais doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides. Campinas: Fundação Cargil, 1993. P.1-2.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Regras para análises de sementes. Brasília:1992. 365p.



# **Biotecnologia, Genética e Melhoramento**



## ESTABILIDADE DE ARROZ DE TERRAS ALTAS DOS ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO DE MINAS GERAIS, 2004/2005

SOARES<sup>1</sup>, A. A.; REIS<sup>2</sup>, M. de S.; CORNÉLIO<sup>3</sup>, V.M. de O.; SOARES<sup>4</sup>, P.C.; GUEDES<sup>5</sup>, J.M.; SOUSA<sup>6</sup>, M. A. de.

**INTRODUÇÃO:** Os programas de melhoramento genético de arroz geram anualmente um grande número de linhagens que, após serem selecionadas nos ensaios preliminares, são testadas nos ensaios denominados de Valor de Cultivo e Uso (VCU), para uma determinada região de abrangência, ou uma ou várias unidades da federação. A grande dificuldade dos melhoristas é a de selecionar linhagens que apresentam bom desempenho em produtividade de grãos nos diferentes ambientes para os quais serão recomendados, ou seja, que ocorra a menor interação linhagem x ambientes. Assim, a determinação da estabilidade de produção de grãos das linhagens denominadas elites, dos ensaios de VCU, possibilita ao melhorista recomendar cultivares com maior segurança, diante das diferentes condições ambientais que, dentre outras causas, incluem anos, solo, clima, época de plantio, doenças e manejo da cultura. Existem inúmeras metodologias de avaliação da estabilidade (Atroch, 1999 e Matos, 2005), que diferem nas suas estimativas e sobretudo na interpretação. Portanto, cabe ao melhorista utilizar aquela que mais se aplica aos seus dados, aliada a maior facilidade de interpretação. Esse trabalho teve por objetivo avaliar a estabilidade das linhagens de arroz de terras altas testadas nos ensaios de VCU de Minas Gerais, em 2004/2005, utilizando as metodologias de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para avaliação da estabilidade, utilizaram-se os dados de produtividade de grãos dos dez ensaios de VCU, conduzidos em Minas Gerais, em 2004/2005 (UFLA, 2005), nos seguintes locais: Felixlândia, Lambari, Lavras, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Viçosa. Em todos os ensaios, testaram-se 20 linhagens e cultivares, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 5m, espaçadas de 0,40m e com densidade de 70 sementes/m. Como área útil, colheram-se os 4m centrais das três linhas internas. A adubação constou de 300 kg/ha da fórmula 8-28-16 + Zn(0,5%) no sulco de plantio e de 200 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, aos 40 dias após a semeadura. As práticas culturais utilizadas foram as usuais da cultura. A estabilidade das linhagens foi estimada pelas metodologias de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992):

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Um estudo que normalmente não é feito, mas de grande importância para ensaios finais de avaliação de linhagens, ou seja, os VCU's, é o da estabilidade, uma vez que é desses ensaios que se recomendam as novas cultivares. As linhagens eleitas para lançamento geralmente são recomendadas para um ou mais estados da federação, com condições ambientais bastante diversificadas. Logo, a estabilidade de produção de grãos das novas cultivares deve ser avaliada com o objetivo de identificar as mais estáveis. Nesse contexto, estudou-se a estabilidade das 20 linhagens e cultivares avaliadas nos ensaios de VCU, conduzidos em Minas Gerais, em 2004/2005, utilizando-se os dados de produtividade de grãos. Assim, considerou-se cada ensaio um ambiente diferente, totalizando dez ambientes. Para maior eficiência do estudo, empregou-se dois métodos: Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992).

Os resultados de avaliação da estabilidade pelos dois métodos estão apresentados na Tabela 1. A metodologia de Lin e Binns (1988) baseia-se na estimativa do parâmetro Pi, que mede o desvio da produtividade de uma dada linhagem em relação ao máximo em cada um dos

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Departamento de agricultura, UFLA. C.P. 37, 37200-000 Lavras-MG, e-mail: aasoares@ufla.br;

<sup>2</sup> Pesquisador, D.Sc., EPAMIG. CTSM. Lavras –MG;

<sup>3</sup> Pesquisador, D.Sc., EPAMIG. CTSM. Lavras –MG;

<sup>4</sup> Pesquisador, D.Sc., EPAMIG. CTM. Viçosa, MG;

<sup>5</sup> Graduanda e bolsista de IC da UFLA/FAPEMIG. Lavras-MG;

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa-MG.

ambientes. A linhagem ideal é aquela com menor valor de  $P_i$  e menor contribuição para a interação linhagem x ambientes. Por esta metodologia, a linhagem MG 1097 foi a mais estável ( $P_i = 412000$ ), apresentando desempenho muito próximo do máximo em cada ambiente. Além do mais, foi a que menos contribuiu para a interação (1,25%). A Curinga-3 comportou-se como a segunda mais estável ( $P_i = 1232000$ ), contribuindo com 3,19% para a interação. A testemunha 'BRSMG Conai' também mostrou uma boa estabilidade ( $P_i = 2340000$ ) e sua contribuição para a interação foi de apenas 2,58%. A pior linhagem nesse quesito foi a CNAs 10260, que exibiu um  $P_i = 9245000$  e sozinha contribuiu com 12,36% para a interação. Observando a Tabela 1, nota-se que, de modo geral, os materiais mais produtivos tenderam a ser também os mais estáveis.

**Tabela 1.** Estimativas dos parâmetros de estabilidade obtidas pelos métodos propostos por Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992), para produtividade de grãos (kg/ha), dos experimentos de Valor de Cultivo e Uso (VCU), conduzidos em condições de terras altas, no ano agrícola 2004/2005, em dez ambientes de Minas Gerais.

Linhagens e cultivares	Produtividade <sup>1</sup> (kg/ha)	$P/1000$ <sup>2</sup>	Contribuição para a interação (%)	$I_i$ <sup>3</sup>
MG 1097	5250 a	412	1,25	119,12
CURINGA-3	4935 b	1232	3,19	106,32
MG 1096	4782 b	1636	3,53	105,40
MG 1094	4579 c	1995	2,25	103,99
BRSMG Conai	4490 c	2340	2,58	99,72
MG 1084	4426 c	2582	2,69	98,64
CARISMA	4300 c	3463	5,15	90,39
CNAs 10227	4277 c	3553	5,12	92,43
MG 1089	4238 c	3863	6,04	91,00
CNAs 8957-1	4109 d	4065	3,90	89,21
CNAs 10217	4089 d	4219	4,26	86,75
CNAs 8938-1	4014 d	4445	3,52	89,61
CANASTRA	3884 d	4919	2,45	86,98
MG 1078	3834 d	5803	6,16	79,38
JAPONÊS	3819 d	6152	7,79	78,87
YIN LU 31	3696 e	6649	6,61	72,25
CAIAPÓ	3649 e	7008	7,14	79,77
MG 1093	3570 e	7376	6,49	69,22
CNAs 10260	3429 e	9245	12,36	57,26
CNAs 8817-2	3137 f	10481	7,47	61,75
Média	4125			
Nº de Ambientes	10			

<sup>1</sup> Médias da coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott- 0,05 (UFLA, 2005);

<sup>2</sup> Ponto de corte (Cut Off Point) =  $F(0,05) * Q_{merro} = 898,3$ .  $P_i$  menor que este valor não difere significativamente do máximo (p.0,05).

<sup>3</sup>  $I_i$  - Índice de confiança; o nível de significância adotado foi de 0,25.

O método de Annicchiarico (1992) utiliza o índice de confiança ( $I_i$ ) da performance de uma determinada linhagem com relação à média do ambiente. Este método, estima a probabilidade de uma certa linhagem apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Neste caso, a MG 1097 foi a melhor de todas, ou seja, a de menor risco de ser utilizada pelos agricultores; na condição mais adversa, ela produz 19,12% a mais do que a média do ambiente. Em seguida, destacaram-se a Curinga-3, a MG 1096 e MG 1094 que possuem 75% de probabilidade de, na pior das situações, apresentarem produtividades 6,32%, 5,40% e 3,99%, respectivamente, superior a média do ambiente. A testemunha 'BRSMG Conai', por sua vez, produz igual a média do ambiente ( $I_i = 99,72$ ). Os demais materiais avaliados, em princípio, produzem abaixo da média do ambiente. À semelhança da metodologia anterior, na de Annicchiarico (1992), os materiais mais produtivos também tenderam a ser os mais estáveis. Portanto, nesse caso particular, os dois métodos de avaliar estabilidade foram altamente concordantes.

Quanto a produtividade de grãos, verifica-se que a Tabela 1 traz ainda a média geral dos dez ensaios para todos os tratamentos. A MG 1097 foi destacadamente o melhor material com média



de 5250 kg/ha, superando os demais estatisticamente. Em seguida, destaca-se a Curinga-3 (4935 kg/ha) e a MG 1096 (4782 kg/ha), que foram similares estatisticamente e superiores às melhores testemunhas ('BRSMG Conai' - 4490 kg/ha e 'Carisma' - 4300 kg/ha). Outras linhagens de grande valor e com grande destaque visual no campo são: MG 1094 (4579 kg/ha), CNAs 10227 (4277 kg/ha) e MG 1089 (4238 kg/ha). A MG 1084, embora produtiva, possui baixo teor de amilose e alta temperatura de gelatinização, conferindo-lhe baixa qualidade culinária, portanto, foi descartada. Utilizando-se os resultados de produtividade de grãos, altura de planta, ciclo, resistência às principais doenças, dimensões de grãos descascados e de rendimento de grãos inteiros (UFLA, 2004 e UFLA, 2005), selecionaram-se as linhagens MG 1096 e MG 1094 para lançamento em todo estado de Minas Gerais. Dessa forma, o estudo de estabilidade foi de grande importância para dar maior segurança aos melhoristas quanto ao desempenho das referidas linhagens na região de abrangência que serão recomendadas, uma vez que ambas as linhagens mostraram excepcional desempenho no quesito estabilidade de produção (Tabela 1).

**CONCLUSÕES:** (a) As linhagens mais produtivas apresentam tendência de maior estabilidade de produção de grãos; (b) As cultivares BRSMG Conai e Carisma e as linhagens MG 1096 e MG 1094, a serem lançadas para Minas Gerais, possuem boa estabilidade de produção de grãos, e (c) As metodologias de Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992), são concordantes para avaliação de estabilidade de produção de grãos de linhagens de arroz.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa

"Melhoramento Genético de Arroz para Terras Altas em Minas Gerais" e ao CNPq pela concessão de bolsa ao coordenador do referido projeto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal Genetics Breeding*, Italy, v.46, n.1, p. 269-278, mar.1992.

ATROCH, A.L. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro avaliadas em Minas Gerais no período de 1993/94 a 1995/96. Lavras: UFLA, 1999. 67p. (Dissertação-Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: a new stability parameter. *Theoretical Applied Genetics*, Berlin, v.76, p.425-430, 1988.

MATOS, J. W. de. **Melhoramento genético do feijoeiro em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2005, 63p. Tese de Doutorado.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2004. 34p. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA em 2004).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2005. 52p. (Relatório de pesquisa apresentado à FAPEMIG em 2005).

## ARROZ DE TERRAS ALTAS: ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO DE MINAS GERAIS, 2003/2005

SOARES<sup>1</sup>, A. A.; CORNÉLIO<sup>2</sup>, V.M. de O.; REIS<sup>2</sup>, M. de S.; SOARES<sup>3</sup>, P.C.; COSTA JÚNIOR<sup>4</sup>, G.T.; DIAS<sup>5</sup>, F.P.; SOUZA<sup>6</sup>, M. A. de

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Departamento de Agricultura, UFLA, C.P. 37, 37200-000 Lavras-MG, e-mail: aasoares@ufla.br;

<sup>2</sup> Pesquisador, D.Sc., EPAMIG. CTSM. Lavras-MG;

<sup>3</sup> Pesquisador, D.Sc., EPAMIG. CTZM. Viçosa-MG;

<sup>4</sup> Graduando e Bolsista de IC da UFLA/ FAPEMIG. Lavras-MG;

<sup>5</sup> Prof. Doutor, FÁCIAGRA, UNIPAM, Patos de Minas-MG;

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa-MG.

**INTRODUÇÃO:** Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) constituem a última etapa de avaliação de linhagens para lançamento e, ou, recomendação de cultivares para uma determinada região ou unidade(s) da federação. Visa testar linhagens selecionadas dos ensaios comparativos preliminares e cultivares introduzidas de outras instituições de pesquisa. Por ser a etapa final de avaliação, devem-se tomar todos os cuidados necessários, sobretudo com a precisão experimental e abranger o maior número possível de características avaliadas em um grande número de ambientes. O desempenho superior das novas cultivares a serem lançadas depende especialmente do empenho e da dedicação dos melhoristas aos ensaios de VCU. Esse trabalho objetivou testar as linhagens elites, obtidas pelo programa de melhoramento genético desenvolvido pela UFLA e parceiros, e pela Embrapa Arroz e Feijão, em diversas condições edafoclimáticas de Minas Gerais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram realizados 18 ensaios, sendo oito em 2003/2004 e dez em 2004/2005, em diversas regiões do estado de Minas Gerais (UFLA, 2004 e UFLA, 2005). Utilizou-se delineamento estatístico de blocos ao acaso com três repetições. Cada ensaio constituiu-se de 20 cultivares e linhagens, contudo apenas 13 materiais foram comuns aos dois anos agrícolas, devido ao descarte das linhagens inferiores após avaliação em 2003/2004. As parcelas foram compostas de cinco linhas de 5 m, espaçadas de 0,4 m; a densidade de sementeira foi de 70 sementes/m. Como área útil, considerou-se os 4 m centrais das três fileiras internas. A adubação constou de 300 kg/ha da fórmula 8-28-16 + Zn(0,5%) no plantio e de 200 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, 45 dias após a sementeira. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de herbicidas, complementado por capina manual. Os demais tratamentos culturais foram os usuais da cultura. As características avaliadas, de acordo com Embrapa (1977), foram: produtividade de grãos, altura de planta, acamamento, floração, rendimento de grãos inteiros e incidência de doenças (brusone na folha e panícula, mancha parda nas folhas, mancha de grãos e escaldadura da folha).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados de médias de produtividade de grãos e altura de planta, obtidos individualmente por ano agrícola e de média de acamamento (2003/2005), são apresentados na Tabela 1. Considerando a média dos dois anos agrícolas, a MG 1096 foi a mais produtiva (4894 kg/ha), superando estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) os demais materiais, seguida pela MG 1089 (4614 kg/ha), 'BRSMG Conai' (4452 kg/ha), CNAs 10227 (4435 kg/ha), MG 1094 (4404 kg/ha) e MG 1084 (4389 kg/ha). Assim, a 'BRSMG Conai' é a única cultivar testemunha que está entre os materiais mais produtivos. A altura média de plantas variou de 85 cm (CNAs 10260) a 111 cm ('Caiapó'), para a média geral de 97 cm. Essa média reflete a predominância do porte médio das linhagens modernas do arroz de terras altas, conferindo boa tolerância ao acamamento, cuja nota, na média geral, foi de apenas 1,5, considerando os sete locais onde ocorreu algum acamamento. A Tabela 2 traz os resultados de avaliação de floração, rendimento de grãos inteiros e incidência de doenças. Em virtude da constante seleção para redução do ciclo das novas linhagens, tem ocorrido uma forte predominância de materiais precoces nos ensaios de VCU, como mostram os resultados de floração da Tabela 2, onde a média geral foi 88,7 dias. Todavia, observou-se floração média de apenas 79,5 dias ('BRSMG Conai' e MG 1094), que são consideradas superprecoces. Outra característica das mais relevantes é o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento. Na média dos 18 ensaios, o rendimento de inteiros foi de 50,9%, com variação de 40,9% (MG 1093) a 59,9% (MG 1078); esses valores estão subestimados, em virtude dos constantes atrasos na colheita, sobretudo, dos materiais mais precoces. Quanto a incidência de doenças, as maiores pressões foram da escaldadura da folha (nota média 4,7), brusone da panícula (nota média 4,4) e mancha de grãos (nota média 4,0), considerando apenas os dez ensaios onde as mesmas tiveram incidência expressiva. Praticamente todos os materiais sofreram ataque, em diferentes graus, de uma ou outra enfermidade, sugerindo que é preciso buscar e agregar, cada vez mais, fontes de resistência às novas linhagens.

**CONCLUSÕES:** (a) As linhagens MG 1096 e MG 1094 são as que apresentam melhor desempenho no conjunto das características avaliadas e serão lançadas como novas cultivares, e (b) A constante seleção para redução do porte e do ciclo das plantas tem-se mostrada efetiva, mas não a seleção para tolerância às principais doenças.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa “Melhoramento Genético de Arroz para Terras Altas em Minas Gerais” e ao CNPq pela concessão de bolsa ao coordenador do projeto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de pesquisa em Arroz. 1ª aproximação. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1977. 106 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2004. 34p. (Relatório de pesquisa apresentado a EMBRAPA em 2004).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2005. 52p. (Relatório de pesquisa apresentado a FAPEMIG em 2005)

## **AVALIAÇÃO, SELEÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM MINAS GERAIS DE 2000 A 2005**

SOARES<sup>1</sup>,P.C., CORNÉLIO<sup>2</sup>,V.M.O., REIS<sup>2</sup>,M.S., SOARES<sup>3</sup>,A.A., RANGEL<sup>4</sup>,P.H.N., CUTRIM<sup>4</sup>,V.A., ALVES<sup>5</sup>,E.V., BAFFA<sup>6</sup>,D.C.F., COSTA<sup>6</sup>,J.C.

**INTRODUÇÃO:** A fim de tornar a orizicultura irrigada uma atividade mais atrativa, a EPAMIG desenvolve, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, pesquisas de melhoramento genético de arroz de várzeas, visando obter cultivares superiores às já recomendadas, em produtividade e em aceitação comercial. No programa de melhoramento genético de arroz conduzido em Minas Gerais pela EPAMIG, os Ensaios Comparativos Avançados (ECA’s) têm por finalidade avaliar as linhagens que se destacaram nos Ensaios Comparativos Preliminares (ECP’s), visando à recomendação de novas cultivares.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os ensaios ECA’s têm sido conduzidos em solos de várzeas nas Fazendas Experimentais da EPAMIG, nos municípios de Janaúba, Lambari, Leopoldina e Prudente de Morais. O delineamento experimental empregado é o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas são constituídas de seis fileiras de plantas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,3 m . Como área útil da parcela, consideram-se os 4 m centrais das quatro fileiras internas. Este experimento tem sido constituído de 25 entradas, incluindo cinco testemunhas. Os ensaios são conduzidos sob irrigação por inundação contínua e são implantados de outubro a dezembro de cada ano. As características avaliadas, segundo EMBRAPA (1977), foram: altura de planta, perfilhamento, ciclo, incidência de doenças, produção de grãos, peso de 100 grãos, renda de benefício de grãos, dimensões de grãos, qualidade física, química e culinária de grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As médias das características avaliadas constam nas Tabelas 1 e 2. Avaliações mais detalhadas encontram-se em EPAMIG (2005). Onze genótipos produziram mais que a média geral do ensaio de Leopoldina em 2004/05 (6.136 kg/ha), com produtividades oscilando entre 6.285 e 7.250 kg/ha, dentre eles as duas cultivares testemunhas mais produtivas, Rio Grande e Seleta (Tabela 2). Destacaram-se em produtividade as seguintes linhagens, cujas médias foram superiores a 6,8 t/ha de grãos: CNAi 9097, BRA 02706, CNA 8575, BRA 02697, CNAi 9088, e BRA 02691.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, EPAMIG/CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36571-000, Viçosa, MG, e-mail: plinio@epamig.ufv.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, EPAMIG/CTSM, Lavras, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, UFLA, Lavras, MG.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>5</sup> Bolsista BIC/FAPEMIG/EPAMIG, Estudante Agronomia/UFV, Viçosa, MG.

<sup>6</sup> Bolsista BIC/CNPq/EPAMIG, Estudante Agronomia/UFV, Viçosa, MG.

**Tabela 1.** Médias obtidas de altura de planta, peso de 100 grãos, rendimento de grãos e de dimensões de grãos no Ensaio ECA de Leopoldina-MG, 2004/2005.

Genótipos	Altura de Planta (cm)	Peso de 100 Grãos (g)	Rendimento de Grãos (%)		Dimensões de Grãos (mm)			
			Totais	Inteiros	Comp (C)	Larg (L)	Esp (E)	Rel C/L
BRA02691	105c	3,12	60,75	48,61	8,43	2,14	1,95	3,95
CNAi9088	102d	2,63	65,46	56,57	7,31	2,10	1,78	3,47
BRA02697	105c	3,08	65,13	48,57	7,97	2,16	1,84	3,70
CNA8575	100e	2,71	67,17	60,19	7,49	2,15	1,81	3,49
BRA02706	103d	2,92	68,18	60,88	7,03	2,36	1,88	2,98
CNAi9097	108b	2,57	62,65	54,44	7,32	2,07	1,76	3,55
SELETA	110b	2,62	62,26	53,86	7,31	2,01	1,75	3,64
BRA02708	110b	2,83	69,10	63,56	6,85	2,33	1,91	2,94
CNAi9091	105c	2,57	58,36	48,54	7,42	2,03	1,78	3,66
CNAi9092	113a	2,59	65,07	56,46	7,54	2,07	1,82	3,65
R.GRANDE	100e	2,83	68,82	59,95	6,76	2,16	1,85	3,13
BRA02704	97e	2,93	69,60	64,54	6,82	2,25	1,77	3,04
CNAi8883	100e	2,54	66,10	57,87	6,87	2,07	1,79	3,33
CNAi8874	99e	2,71	59,22	51,17	6,96	2,17	1,84	3,21
OUROMINAS	98e	2,93	67,82	57,13	7,14	2,22	1,82	3,22
CNAi8872	102d	2,82	68,05	60,81	6,97	2,19	1,83	3,19
JEQUITIBÁ	98e	3,01	67,98	61,30	7,21	2,13	1,89	3,40
BRA01381	103d	2,87	65,54	55,04	7,41	2,23	1,74	3,33
BRA01383	108b	2,91	60,09	52,91	7,97	2,21	1,82	3,60
BRA01330	108b	3,62	66,40	45,06	7,76	2,21	1,86	3,52
CNAi8868	99e	2,69	68,07	62,39	7,26	2,11	1,84	3,45
CNAi8859	99e	2,54	66,92	55,21	7,08	2,22	1,92	3,21
BR-IRGA409	104d	2,81	67,75	60,44	6,92	2,18	1,91	3,18
BRA02718	111a	2,88	63,64	53,81	7,77	2,14	1,88	3,63
BRA02655	110b	2,37	58,95	55,08	7,13	2,07	1,81	3,47
Média	103	2,80	65,16	56,18	7,30	2,15	1,83	3,39

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna de altura de planta, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5 % de probabilidade.

Foi observado ótimo desenvolvimento vegetativo das plantas, com médias de altura variando de 97 a 113 cm, índices adequados para o arroz irrigado em várzeas. Dezesesseis materiais apresentaram médias de peso de 100 grãos superiores à média geral do ensaio, que foi de 2,69 g. Os destaques foram as linhagens BRA 01330, BRA 02691, BRA 02697 e a cultivar testemunha Jequitibá, cujas médias variaram de 3,01 a 3,62 g. O bom enchimento de grãos da maioria dos genótipos refletiu nas elevadas médias de produtividades alcançadas. A maioria das cultivares apresentou ótimos índices de rendimento de engenho e de grãos inteiros, com médias de 65,16% e 56,18%, respectivamente (Tabela 1). Os comprimentos de grãos variaram de 6,82 a 8,53 mm, evidenciando grande variabilidade para esse caráter. Das dezesseis linhagens elites em avaliação nos ECA's em Minas Gerais, nos últimos dois a seis anos agrícolas, três destacaram-se em produtividade, com médias variando de 6,4 a 6,8 t/ha de grãos, superando a média geral das testemunhas, que foi de 6,3 t/ha. As linhagens destaques são: CNA 8575, CNAi 8872 e CNAi 8874. Em relação às seis linhagens que foram avaliadas somente no último ano agrícola (2004/2005), três apresentaram elevado potencial genético para produção de grãos, com médias oscilando entre 6,8 e 7,25 t/ha. São elas: BRA 02691, BRA 02697 e BRA 02706 (Tabela 2). No período analisado as sete cultivares testemunhas mostraram médias

elevadas de produtividade, variando entre 5,72 e 6,86 t/ha. As cultivares Seleta e Metica 1 têm sido as mais produtivas e a menos produtiva a BR-IRGA 409. Cabe salientar ainda, que no período analisado, o programa de melhoramento lançou duas cultivares de arroz irrigado, a Ourominas, em 2001, e a Seleta, em 2004. Em março de 2007 pretende-se lançar, pelo menos, a linhagem CNA 8575 como nova cultivar para plantio em várzeas.

**Tabela 2.** Médias de produção de grãos (Kg/ha) obtidas com sete cultivares testemunhas e com vinte linhagens elites nos ECA's de Várzeas nos últimos dois a seis anos agrícolas(1999/2000 a 2004/2005)

Linhagens e Cultivares	Produção de Grãos ( Kg/ha)						Média Ponderada (Kg/ha)
	1999/2000 (3) <sup>1</sup>	2000/2001 (2)	2001/2002 (2)	2002/2003 (2)	2003/2004 (2)	2004/2005 (1)	
CNA 8575	6010	7842	7589	6217		6854	6.818
CNAi 8859		6953	6173	5335	5623	5373	5.949
CNAi 8868		7257	6654	5583	5709	5491	6.211
CNAi 8872		7560	6906	5702	5816	5960	6.436
CNAi 8874		7238	7118	5628	5893	6012	6.418
CNAi 8883		6932	6270	5288	5807	6097	6.077
CNAi 9088				6095	6161	7098	6.322
CNAi 9091				6587		6586	6.352
CNAi 9092				5987	6001	6494	5.865
CNAi 9097				5621	5429	6806	6.054
BRAO 1330					6110	5737	6.072
BRAO 1381					6239	5917	5.985
BRAO 1383					6019	5746	5.757
BRAO 2655					5762	3959	3.959
BRAO 2691						7250	7.250
BRAO 2697						6946	6.946
BRAO 2704						6123	6.123
BRAO 2706						6806	6.806
BRAO 2708						6606	6.606
BRAO 2718						5304	5.304
Testemunhas:							
Urucuia	5447	7255	7490	5647			6.347
Jequitibá	5770	7000	6302	5701	5151	5935	6.213
Rio Grande		7661	7066	5838	4938	6285	6.366
Ouro Minas	6390				5989	5971	6.186
Metica	1	5791	7072	7464	6502		6.605
BR-IRGA-409	5434	6619	6161	5112	5618	5327	5.721
Seleta					6928	6730	6.862

<sup>1</sup> Número entre parênteses refere-se ao número de ensaios conduzidos em cada ano agrícola

**CONCLUSÕES:** Baseando-se no comportamento produtivo das linhagens elites em avaliação, aliado a outros caracteres desejáveis, há grande possibilidade de lançamento de uma ou duas novas cultivares de arroz irrigado nos próximos 1 ou 2 anos. As linhagens com maiores chances de serem lançadas, mais brevemente, como novas cultivares são: CNA 8575, BRA 02691, BRA 02697 e BRA 02706, as quais já se encontram em processo de multiplicação de sementes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de pesquisa em arroz, 1ª aproximação.** Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1977, 106p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Melhoramento genético de arroz irrigado em Minas Gerais.** Belo Horizonte, EPAMIG, 2005, 63p. (Relatório de pesquisa apresentado à FAPEMIG).

## ENSAIOS REGIONAIS AVANÇADOS DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO MÉDIO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2002/2003 a 2004/2005)

SILVINO AMORIM NETO<sup>1</sup>, WANDER EUSTÁQUIO DE BASTOS ANDRADE<sup>1</sup>, VÁLBER RIBEIRO DA SILVA<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** A crise por que passa a cultura do arroz no Brasil, caracterizada pelos baixos preços obtidos pelos grãos na comercialização final, tem se refletido na área cultivada não só nos grandes centros produtores, como na região Sul, como também nas regiões tradicionais de cultivo fluminense. No Estado do Rio de Janeiro a área cultivada com arroz decaiu de 79.745 hectares em 1960 para 10.037 hectares em 1995, diminuindo em torno de 87% no período, chegando hoje aos 3.000 hectares, com tendência de queda. Procurando contornar esta questão, os trabalhos atualmente conduzidos pela Pesagro-Rio/EEC têm se concentrado na introdução de materiais não só produtivos, mas com excelente qualidade de grãos, como a recomendação da cultivar Epagri 109 recentemente. Feitas estas considerações, procurou-se neste trabalho dar continuidade à avaliação de cultivares e linhagens de arroz irrigado nas condições edafoclimáticas do Estado do Rio de Janeiro, provenientes do programa de melhoramento genético coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão, visando possível recomendação futura de materiais superiores.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram conduzidos ensaios na Fazenda Angra, base física da Pesagro-Rio/EEC, localizada em Campos dos Goytacazes, região Norte Fluminense, e na Fazenda Ilha da Saudade, em Macaé, em condições características de exploração na região das Baixadas Litorâneas. Nestes ensaios são avaliados os comportamentos dos genótipos nas condições de solo mineral (neossolo), característico do Norte Fluminense, e de solo orgânico (organossolo), característico das Baixadas Litorâneas. Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 2002/2003 (Campos dos Goytacazes e Macaé) e nos anos agrícolas de 2003/2004 e 2004/2005 apenas em Campos dos Goytacazes. Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo consideradas como tratamento os genótipos introduzidos. Assim, nos ensaios conduzidos em 2002/2003 foram testadas 21 cultivares e/ou linhagens, no ensaio de 2003/2004 15 cultivares e/ou linhagens e, no ensaio 2004/2005, 22 cultivares e/ou linhagens. Foram introduzidas apenas cultivares e/ou linhagens de ciclo médio nos ensaios, com florescimento entre 100 e 110 dias. As cultivares Metica 1 e Epagri 109, recomendadas para o Estado do Rio de Janeiro, foram consideradas como testemunhas e utilizadas em todos os ensaios conduzidos. A área total da parcela foi de 10,8 metros quadrados, constituídas por seis linhas de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,30 metros. Como área útil, foram consideradas as quatro fileiras centrais, eliminando-se duas fileiras laterais e 0,50 metros nas extremidades, como bordadura, perfazendo área de seis metros quadrados. As sementeiras foram sempre realizadas no período de novembro – dezembro de cada ano agrícola, em solo seco, na densidade de 100 sementes por metro linear de sulco. Quando necessário, o controle de invasoras foi realizado manualmente. Não foram necessárias aplicações de agrotóxicos, seja para pragas e/ou doenças. A adubação de base foi a preconizada pela análise de solo, e o nitrogênio, quando necessário, foi parcelado em 1/3 por ocasião da sementeira e 2/3 na diferenciação do primórdio floral. Foram analisados por ocasião da colheita, o rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup> corrigido a 13% de base úmida, para todos ensaios. Para os materiais que se destacaram, juntamente com as testemunhas estaduais de produção (Metica 1 e Epagri 109) e testemunhas estaduais para qualidade de grãos (Inca e BR Irga 409), foram avaliados ainda a altura de plantas (cm), acamamento, época de início de floração (dias),

<sup>1</sup> Pesquisador, Pesagro-Rio/EEC, Av. Francisco Lamego, 134. Guarus. 28080-000, Campos dos Goytacazes, RJ. Fone (22) 2723-2105. [silvino@censanet.com.br](mailto:silvino@censanet.com.br).

<sup>2</sup> Técnico Agrícola, Pesagro- Rio/EEC.

rendimento de engenho (percentual de grãos inteiros e de grãos quebrados), tipo de grãos, percentual de grãos translúcidos, incidência de doenças e peso de mil grãos (g).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No Quadro 1 poderão ser observados os rendimentos de grãos das cultivares e/ou linhagens de arroz irrigado de ciclo médio, avaliadas em três anos agrícolas. Em termos de média, a amplitude de variação entre as produtividades obtidas foi de 2.784 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (linhagem CNAi 9097) a 6.351 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (linhagem BRS GO), ou seja, considerando-se a linhagem mais produtiva, obteve-se diferença de 128,1% na produtividade, em relação a menos produtiva. Considerando-se as testemunhas regionais Metica 1 (5.211 kg de grãos ha<sup>-1</sup>) e a Epagri 109 (5.279 kg de grãos ha<sup>-1</sup>), o ganho em produtividade foi de 21,9% e 20,3%, respectivamente. Ainda em termos de produtividade média, as cultivares testemunhas ocuparam as posições de 18º (Epagri 109) e 19º (Metica 1), dentre 39 genótipos testados, o que comprova o

**Quadro 1.** Produção de grãos de cultivares e/ou linhagens de arroz irrigado que participaram de ensaios regionais avançados de ciclo médio, nos municípios de Campos e Macaé, RJ. Anos agrícolas 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005.

Cultivares e/ou linhagens	2002/2003		2003/2004	2004/2005	Média dos Ensaios
	Macaé	Campos	Campos	Campos	
BRS GO	-	-	-	6.351	6.351
BRA 70278	-	-	-	5.922	5.922
BRA 01322	-	-	6.495	5.226	5.860
BRA 70271	-	-	-	5.830	5.830
BRS Alvorada	-	-	-	5.767	5.767
BRA 01381	-	-	-	5.743	5.743
BRA 01305	-	-	6.588	4.870	5.729
BRA 01258	-	-	6.047	5.393	5.720
BRA 02706	-	-	-	5.725	5.725
CNAi 8569	5.787	3.968	7.407	-	5.720
BRA 02700	-	-	-	5.718	5.718
BRA 01383	-	-	-	5.677	5.677
BRA 02698	-	-	-	5.601	5.601
BRA 01330	-	-	-	5.522	5.522
CNAi 9018	5.251	3.900	7.392	-	5.514
BRA 02702	-	-	-	5.434	5.434
BRA 02665	-	-	-	5.593	5.390
BRA 02654	-	-	-	5.309	5.309
Epagri 109	3.536	5.187	6.720	5.680	5.279
Metica 1	5.157	3.641	7.012	5.034	5.211
Biguá	3.079	4.668	6.817	6.172	5.184
CNAi 9025	3.549	4.080	7.405	-	5.012
Formoso	4.464	3.270	6.652	5.081	4.866
CNAi 9090	2.818	3.626	7.630	-	4.691
Tio Taka	-	-	-	4.685	4.685
BRA 02690	-	-	-	4.643	4.643
CNAi 9748	5.525	3.666	-	-	4.595
CNAi 9705	5.371	3.576	-	-	4.473
CNAi 9730	3.774	4.139	5.233	-	4.382
CNAi 10393	2.918	3.237	6.755	-	4.303
Jaburu	3.191	3.563	5.907	-	4.222
CNAi 9687	4.272	3.658	-	-	3.965
CNAi 9778	3.361	3.846	5.042	-	3.674
CNAi 9747	3.764	3.576	-	-	3.670
CICA 8	3.212	3.900	-	-	3.556
CNAi 9089	3.246	3.757	-	-	3.501
CNAi 9150	3.176	3.780	-	-	3.478
CNAi 10390	3.160	2.950	-	-	3.055
CNAi 9097	2.028	3.541	-	-	2.784
<b>Média</b>	<b>3.839</b>	<b>3.787</b>	<b>6.606</b>	<b>5.724</b>	<b>4.989</b>

potencial produtivo dos genótipos introduzidos. A média geral dos genótipos foi de 4.989 kg de grãos ha<sup>-1</sup> considerando-se todos os ensaios realizados, estando 38,6% acima da média estadual, de 3.600 kg de grãos ha<sup>-1</sup>. Em relação aos anos agrícolas, verifica-se que a condição de produção no período de 2002/2003 foi inferior aos dos demais anos de avaliação, com média de produtividade mais baixa, independente do local de condução (Campos dos Goytacazes e Macaé). Para exemplificar, chama a atenção o observado na linhagem CNAi 9090, em que a produtividade obtida em 2002/03 foi de 2.818 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (Macaé) e 3.626 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (Campos dos Goytacazes) e, em 2003/2004, 7.630 kg de grãos ha<sup>-1</sup>, também em Campos dos Goytacazes. É uma observação de interesse na área de melhoramento, no sentido de que os trabalhos de avaliação de genótipos devem ocorrer em anos e locais diferentes. As linhagens CNAi 8569 e CNAi 9018 apresentaram, também, uma ótima qualidade de grãos, conforme observado no Quadro 2. Verifica-se que em todas as características avaliadas estas linhagens obtiveram praticamente os mesmos valores encontrados para as testemunhas regionais Metica 1, Inca, Epagri 109 e BR Irga 409. Estas linhagens apresentaram, à semelhança das testemunhas, bom rendimento de engenho e de grãos translúcidos, com classificação de grãos como longo fino. Outro fator favorável, é que não foram observados danos causados por doenças.

**Quadro 2.** Características agrônômicas altura de planta (cm), acamamento, início de floração, rendimento de engenho (% de grãos inteiros e quebrados), tipo de grão, percentual de grãos translúcidos, incidência de doenças e peso de mil grãos (g) das linhagens CNAi 9018, CNAi 8569 e cultivares de arroz irrigado testemunhas no período de 2002 a 2005, nos ensaios de ciclo médio, nos municípios de Campos e Macaé, RJ.

Cultivares e/ou linhagens	AP	Acama- mento <sup>1</sup>	IF (dias) <sup>2</sup>	RE		Tipo de grão	GT (%)	ID <sup>3</sup>	PMG (g)
				GI	GQ				
CNAi 9018	93	1	105	56	13	LF	84	1	26
CNAi 8569	96	1	106	57	13	LF	90	1	26
Metica 1	100	1	105	58	12	LF	84	1	26
Epagri 109	101	1	108	61	9	LF	91	1	28
Inca	100	1	105	52	17	LF	86	1	31
BR Irga 409	101	1	95	55	12	LF	91	1	28
<b>Média</b>	<b>98</b>	<b>-</b>	<b>104</b>	<b>56</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	<b>-</b>	<b>27</b>

<sup>1</sup> Avaliação em notas de 1 a 9, sendo a nota 1 sem acamamento.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

<sup>3</sup> Avaliação em notas de 1 a 9, sendo a nota 1 sem incidência de doença.

AP - Altura de planta; IF - Início de floração.

RE - Rendimento de engenho; GI - grãos inteiros.

GQ - grãos quebrados; GT - Grãos translúcidos.

ID - Incidência de doenças; PMG - peso de mil grãos.

**CONCLUSÃO:** As linhagens CNAi 8569 e CNAi 9018, a se confirmarem as produtividades médias obtidas em próximos ensaios, aliada à excelente qualidade de grãos obtida, poderão se transformar em futuros lançamentos para o Estado do Rio de Janeiro.

## ENSAIOS REGIONAIS AVANÇADOS DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DE CICLO PRECOCE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2002/2003 a 2004/2005)

SILVINO AMORIM NETO<sup>1</sup>, WANDER EUSTÁQUIO DE BASTOS ANDRADE<sup>1</sup>, VÁLBER RIBEIRO DA SILVA<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** Desde a década de 1980, a região das Baixadas Litorâneas vem surgindo como nova fronteira agrícola para o Estado do Rio de Janeiro, onde o arroz já é cultivado

<sup>1</sup> Pesquisador, Pesagro-Rio/EEC,

Av. Francisco Lamego, 134. Guarus. 28080-000, Campos dos Goytacazes, RJ. Fone (22) 2723-2105. silvino@censanet.com.br.

<sup>2</sup> Técnico Agrícola, Pesagro-Rio/EEC.



em sistema empresarial. A exemplo de outras regiões tradicionais fluminenses de cultivo de arroz, a área ocupada com a cultura tem decaído nos últimos anos devido, principalmente, às oscilações observadas no preço final dos grãos. Apesar desta tendência, alguns grandes produtores ainda exploram a cultura, em sistema de rotação de cultivo. Assim, no verão as áreas são utilizadas em sua maioria pela cultura do arroz irrigado por inundação e o feijão e o milho têm se constituído alternativa para o uso intensivo destas áreas no inverno. Considerando-se o sistema de explora o em uso, seria de interesse para os produtores da região a identifica o de materiais mais produtivos e de ciclo precoce, que favoreçam a colheita mais cedo e a libera o das áreas para outros cultivos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram conduzidos ensaios na Fazenda Angra, região Norte Fluminense, e na Fazenda Ilha da Saudade, região das Baixadas Litorâneas, nos anos agrícolas de 2002/2003 e 2003/2004 (Campos dos Goytacazes e Macaé) e no ano agrícola de 2004/2005 (Campos dos Goytacazes). Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repeti es. Nos ensaios conduzidos em 2002/2003 foram testadas 24 cultivares e/ou linhagens no ensaio de Campos dos Goytacazes e 20 em Macaé, no ensaio de 2003/2004 21 cultivares e/ou linhagens em Campos dos Goytacazes e 18 em Macaé e, no ensaio 2004/2005, 19 cultivares e/ou linhagens em Campos dos Goytacazes. Foram introduzidas apenas cultivares e/ou linhagens de ciclo precoce, com florescimento entre 90 e 100 dias. As cultivares Inca e Epagri 109, já recomendadas, foram consideradas como testemunhas e utilizadas em alguns dos ensaios conduzidos, para se ter uma referência de produtividade de grãos, já que são materiais de ciclo médio. Como testemunhas de ciclo precoce foram utilizadas as cultivares Pesagro 104 e BR Irga 409. A  rea total da parcela foi de 10,8 metros quadrados, constituídas por seis linhas de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,30 metros. Como  rea útil, foram consideradas as quatro fileiras centrais, eliminando-se duas fileiras laterais e 0,50 metros nas extremidades, como bordadura, perfazendo área de seis metros quadrados. As sementeiras foram sempre realizadas no período de novembro – dezembro de cada ano agrícola, em solo seco, na densidade de 100 sementes por metro linear de sulco. Quando necessário, o controle de invasoras foi realizado manualmente. Não foram necessárias aplica es de agrotóxicos, seja para pragas e/ou doenças. A aduba o de base foi a preconizada pela análise de solo, e o nitrogênio, quando necessário, foi parcelado em 1/3 por ocasião da sementeira e 2/3 na diferencia o do primórdio floral. Foram analisados por ocasião da colheita, o rendimento de gr os em kg ha<sup>-1</sup> corrigido a 13% de base úmida, para todos ensaios. Para os materiais que se destacaram, juntamente com as testemunhas estaduais de produ o (Inca) e testemunhas estaduais para qualidade de grãos (Pesagro 104 e BR Irga 409), foram avaliados ainda a altura de plantas (cm), acamamento, época de início de flora o (dias), rendimento de engenho (percentual de grãos translúcidos e de grãos quebrados), tipo de grãos, percentual de grãos translúcidos, incidência de doenças e peso de mil grãos (g).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No Quadro 1 poderão ser observados os rendimentos de gr os. Em termos de m dia, a amplitude de varia o entre as produtividades foi de 2.748 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (cultivar Formosinho) a 5.451 kg de grãos ha<sup>-1</sup> (linhagem SCS BRS 111). Ou seja, considerando-se a linhagem mais produtiva, obteve-se diferença de 98,4% na produtividade, em rela o a menos produtiva. Considerando-se as testemunhas regionais BR Irga 409 (4.389 kg de grãos ha<sup>-1</sup>) e a Epagri 109 (5.261 kg de grãos ha<sup>-1</sup>), Inca (4.983 kg de grãos ha<sup>-1</sup>) e Pesagro 104 (4.381 kg de grãos ha<sup>-1</sup>) o ganho em produtividade foi da ordem de 24,2%, 3,6%, 9,4% e 24,4%, respectivamente. Deve-se destacar, entretanto, que as cultivares testemunhas Epagri 109 e Inca são de ciclo médio, sendo introduzidas no ensaio como referencial para produtividade. Portanto, alguns dos genótipos introduzidos, apesar de mais precoces, tiveram o mesmo potencial produtivo. Em rela o às testemunhas Pesagro 104 e BR Irga 409, de ciclo precoce, os ganhos foram significativos, da ordem de 24%. A média geral

dos genótipos foi de 4.127 kg de grãos ha<sup>-1</sup> considerando-se todos os ensaios conduzidos, estando 14,6% acima da média estadual atual, de 3.600 kg de grãos ha<sup>-1</sup>. As linhagens CNAi 8860, CNAi 8870, CNAi 9838, BRS Pelotas, SCS BR 111, BRA 01424 e BRA 01419 se destacaram também em termos de qualidade de grãos, conforme poderá ser observado no Quadro 2. Verifica-se que em todas as características avaliadas as linhagens selecionadas tiveram excelentes resultados, aliando produtividade e precocidade. A altura de planta foi inferior a um metro, característica de interesse para a região das Baixadas Litorâneas, devido aos fortes ventos predominantes, não sendo observado acamamento. A época de floração foi bem próximo ao da testemunha estadual BR Irga 409, um dos materiais recomendados para o Estado do Rio de Janeiro e reconhecidamente precoce.

**Quadro 1.** Produção de grãos de cultivares e/ou linhagens de arroz irrigado que participaram de ensaios regionais avançados de ciclo precoce, nos municípios de Campos e Macaé, RJ. Anos agrícolas 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005.

Cultivares e/ou linhagens	2002/2003		2003/2004	2004/2005	Média dos Ensaíos
	Macaé	Campos	Campos	Campos	
BRS GO	-	-	-	6.351	6.351
BRA 70278	-	-	-	5.922	5.922
BRA 01322	-	-	6.495	5.226	5.860
BRA 70271	-	-	-	5.830	5.830
BRS Alvorada	-	-	-	5.767	5.767
BRA 01381	-	-	-	5.743	5.743
BRA 01305	-	-	6.588	4.870	5.729
BRA 01258	-	-	6.047	5.393	5.720
BRA 02706	-	-	-	5.725	5.725
CNAi 8569	5.787	3.968	7.407	-	5.720
BRA 02700	-	-	-	5.718	5.718
BRA 01383	-	-	-	5.677	5.677
BRA 02698	-	-	-	5.601	5.601
BRA 01330	-	-	-	5.522	5.522
CNAi 9018	5.251	3.900	7.392	-	5.514
BRA 02702	-	-	-	5.434	5.434
BRA 02665	-	-	-	5.593	5.390
BRA 02654	-	-	-	5.309	5.309
Epagri 109	3.536	5.187	6.720	5.680	5.279
Metica 1	5.157	3.641	7.012	5.034	5.211
Biguá	3.079	4.668	6.817	6.172	5.184
CNAi 9025	3.549	4.080	7.405	-	5.012
Formoso	4.464	3.270	6.652	5.081	4.866
CNAi 9090	2.818	3.626	7.630	-	4.691
Tio Taka	-	-	-	4.685	4.685
BRA 02690	-	-	-	4.643	4.643
CNAi 9748	5.525	3.666	-	-	4.595
CNAi 9705	5.371	3.576	-	-	4.473
CNAi 9730	3.774	4.139	5.233	-	4.382
CNAi 10393	2.918	3.237	6.755	-	4.303
Jaburu	3.191	3.563	5.907	-	4.222
CNAi 9687	4.272	3.658	-	-	3.965
CNAi 9778	3.361	3.846	5.042	-	3.674
CNAi 9747	3.764	3.576	-	-	3.670
CICA 8	3.212	3.900	-	-	3.556
CNAi 9089	3.246	3.757	-	-	3.501
CNAi 9150	3.176	3.780	-	-	3.478
CNAi 10390	3.160	2.950	-	-	3.055
CNAi 9097	2.028	3.541	-	-	2.784
<b>Média</b>	<b>3.839</b>	<b>3.787</b>	<b>6.606</b>	<b>5.724</b>	<b>4.989</b>

**Quadro 2.** Altura de planta (cm), acamamento, início de floração, rendimento de engenho (% de grãos inteiros e quebrados), tipo de grão, percentual de grãos translúcidos, incidência de doenças e peso de mil grãos (g) das linhagens selecionadas e cultivares de arroz irrigado testemunhas no período de 2002 a 2005, nos ensaios de ciclo precoce, nos municípios de Campos e Macaé, RJ.

Cultivares e/ou linhagens	AP	Acama mento <sup>1</sup>	IF (dias) <sup>2</sup>	RE		Tipo de grão	GT (%)	ID <sup>3</sup>	PMG (g)
				GI	GQ				
CNAi 9018	93	1	105	56	13	LF	84	1	26
CNAi 8569	96	1	106	57	13	LF	90	1	26
Metica 1	100	1	105	58	12	LF	84	1	26
Epagri 109	101	1	108	61	9	LF	91	1	28
Inca	100	1	105	52	17	LF	86	1	31
BR Irga 409	101	1	95	55	12	LF	91	1	28
<b>Média</b>	<b>98</b>	<b>-</b>	<b>104</b>	<b>56</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>88</b>	<b>-</b>	<b>27</b>

<sup>1</sup> Avaliação em notas de 1 a 9, sendo a nota 1 sem acamamento.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

<sup>3</sup> Avaliação em notas de 1 a 9, sendo a nota 1 sem incidência de doença.

AP – Altura de planta; IF – Início de floração.

RE – Rendimento de engenho; GI – grãos inteiros.

GQ – grãos quebrados; GT – Grãos translúcidos.

ID – Incidência de doenças; PMG – peso de mil grãos.

O rendimento de engenho também foi adequado, e todas classificadas como tipo de grão longo fino. Os grãos translúcidos (%), de interesse para comercialização no exigente mercado do Grande Rio foi excelente, superior até às testemunhas locais Pesagro 104 e BR Irga 409 (mais precoces). Em relação à testemunha de ciclo médio Inca, fica evidente o ganho em termos de ciclo, com diferenças entre nove dias e 19 dias, conforme a linhagem considerada. Esta diferença pode significar o sucesso ou insucesso das culturas em cultivo em sucessão. Outro fator favorável, é que não foram observados danos causados pela brusone e mancha parda.

**CONCLUSÃO:** As linhagens de ciclo precoce CNAi 8860, CNAi 8870, CNAi 9838, BRS Pelotas, SCS BR 111, BRA 01424 e BRA 01419, a se confirmarem as produtividades médias obtidas em próximos ensaios, aliada à excelente qualidade de grãos, poderão se transformar em futuros lançamentos, adequando-se ao sistema produtivo em uso atual na região das Baixadas Litorâneas do Estado do Rio de Janeiro.

## RESISTÊNCIA À SECA: I. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS, COM DIVERGÊNCIA GENOTÍPICA, EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

GUIMARÃES<sup>1</sup>, C. M., STONE<sup>2</sup>, L. F., RANGEL<sup>3</sup>, P. H. N., FERREIRA<sup>4</sup>, M. E., RODRIGUES<sup>5</sup>, C.A.P.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo do arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) destaca-se na região dos Cerrados, onde predominam os Latossolos, de boas características físicas, mas de baixa fertilidade. Nessa região a pluviometria anual está em torno dos 1200-1500 mm, distribuídos ao longo dos meses de outubro a abril (Pinheiro, 2003). Todavia, durante os meses de janeiro e fevereiro, podem ocorrer períodos de deficiência hídrica, que é a principal causa da baixa produtividade e instabilidade de produção do arroz de terras altas. Portanto, a melhor adaptabilidade da planta a essas condições é uma das principais características de interesse econômico nessa cultura. A resistência à seca está associada a vários mecanismos, entretanto aqueles associados à melhor capacidade da planta em absorver água nas camadas mais profundas do solo parecem ser os mais importantes em função do tipo de veranico, não muito longo e constante, que geralmente ocorre nas regiões produtoras e que pouco

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone: (62) 3533-2178. E-mail: cleber@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Recursos Genéticos, Brasília, DF.

<sup>5</sup> Estagiária do CNPq, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

compromete a armazenagem de água nas camadas mais profundas do solo. Considerando-se o exposto, é recomendável que as novas cultivares apresentem adaptabilidade a esses períodos de deficiência hídrica. O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência à seca de genótipos de arroz de terras altas com maior divergência genética.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com três repetições. As unidades experimentais foram colunas de solo, acondicionadas em tubos de PVC de 25 cm de diâmetro e 80 cm de altura. Os níveis hídricos, com e sem deficiência hídrica após o florescimento, constituíram as parcelas e os 37 genótipos com maior divergência, genética, as subparcelas. Elas foram submetidas a boas condições de umidade no solo, - 0,035 MPa a 15 cm de profundidade (Stone et al., 1986), até o início da floração, quando foram submetidos a dois tratamentos hídricos: 1) manutenção das boas condições hídricas da fase inicial e 2) aplicação de deficiência hídrica até o fim do ciclo da cultura, com a reposição diária de aproximadamente 50% da água evapotranspirada, que foi monitorada por meio de balança. Avaliou-se a produtividade, massa da matéria seca da parte aérea, fertilidade de perfilhos, esterilidade de espiguetas, número de grãos por panícula, massa de 100 grãos, altura das plantas e o índice de susceptibilidade à seca (Fisher & Maurer, 1978). A matéria seca da parte aérea foi determinada após secagem em estufa a 80°C até massa constante.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Verificou-se que os genótipos produziram diferentemente entre si e foram influenciados pelos tratamentos hídricos, produzindo menos quando submetidos à deficiência hídrica (Tabelas 1 e 2). A deficiência hídrica também afetou os outros componentes agrônômicos avaliados exceto a fertilidade dos perfilhos, que não diferiu entre os tratamentos hídricos. Verificou-se também que os genótipos se comportaram diferentemente em relação ao efeito da deficiência hídrica, por ter sido observado efeito significativo da interação genótipos x níveis hídricos. Resultando semelhante foi observado quanto ao acúmulo da matéria seca avaliada na colheita. Na seleção das linhagens, considerou-se a produtividade em condições irrigadas adequadamente, uma vez que é desejável a eficiência produtiva em condições adequadas de umidade no solo, pois a deficiência hídrica não é uma constante, e o índice de susceptibilidade à deficiência hídrica. Conforme a distribuição das linhagens em quartis, foram selecionados os seguintes genótipos, Prata Branco (CA780261), Arroz Maranhão (CA780202), Chatão Vermelho (CA790282), Maranhão (Verdadeiro) (CA780301), Puteca (CA780217), Santo Américo (CA780295), por produzirem acima da média (64 g vaso<sup>-1</sup>) quando irrigado adequadamente e apresentarem susceptibilidade à deficiência hídrica abaixo da média (0,98). Os outros quartis, por enquadrarem os genótipos que apresentam baixo comportamento produtivo sob boas condições de umidade no solo e alta susceptibilidade à seca, não foram considerados.

**CONCLUSÕES:** O germoplasma avaliado respondeu diferentemente ao efeito da deficiência hídrica. Os genótipos Prata Branco (CA780261), Arroz Maranhão (CA780202), Chatão Vermelho (CA790282), Maranhão (Verdadeiro) (CA780301), Puteca (CA780217), Santo Américo (CA780295) foram selecionados, por produzirem acima da média quando irrigado adequadamente e por apresentarem susceptibilidade à deficiência hídrica abaixo da média.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para produtividade (Prod.), matéria seca (M.S.), fertilidade de perfilhos (F.P.), massa de 100 grãos (MS100), esterilidade de espiguetas (E.E.), número de grãos por panícula (G.P.) e altura das plantas (A.P.).

Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio *						
		Prod. (g/vaso)	M.S. (g/vaso)	F.P. (%)	MS100 (g)	E.E. (%)	G.P. (n°)	A.P. (cm)
Níveis hídric. (A)	1	37492,0**	4233,0**	129,3 <sup>ns</sup>	11,78**	28243,5**	7207,1*	8479,2**
Genótipo (G)	36	477,3**	2699,3**	222,3**	1,02**	470,9**	6164,1**	1223,5**
A x G	36	228,8**	219,5*	119,4 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	248,7 <sup>ns</sup>	707,1 <sup>ns</sup>	102,3 <sup>ns</sup>
Erro146	131,9	138,3	99,1	0,09	257,9	1437,3	145,1	
CV (%)		22,5	19,18	10,98	12,23	68,5	22,96	8,01

ns - F não significativo a 5%; \* - F significativo a 5%; \*\* - F significativo a 1%.

**Tabela 2.** Produtividade de grãos, matéria seca da parte aérea, fertilidade de perfilhos, matéria seca de 100 grãos, esterilidade de espiguetas, número de grãos por panicula e altura das plantas.

Genótipo	Produtividade (g/vaso)		Matéria seca (g/vaso)		Fertilidade de perfilhos (%)		Matéria seca de 100 grãos (g)		Esterilidade de espiguetas (%)		Grãos/panicula (n°)		Altura das plantas (cm)	
	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado	C/estresse	Irrigado
CA780033	35,90b	69,10a	50,53d	64,27d	86,94a	93,97a	2,49b	2,71b	29,38b	12,34a	133c	177c	158,3a	180,7a
CA780044	29,03b	55,67b	35,53b	51,80d	84,56a	66,75b	2,25c	3,11a	32,25b	11,09a	138c	120c	147,7a	152,3c
CA780059	34,80b	76,27a	43,20d	54,07d	81,86a	86,55b	2,08c	2,30c	32,76b	8,98a	166b	164d	136,3b	148,0c
CA780156	41,47a	75,53b	43,50d	53,37d	94,50a	92,25a	2,21c	2,83b	25,55b	3,12a	137c	150d	139,3b	153,7c
CA780202	48,93a	66,57a	60,83c	67,93c	97,78a	83,13b	2,25c	2,17c	30,53b	9,81a	171b	213b	143,0b	152,0c
CA780217	49,43a	64,57a	45,20d	57,50d	95,56a	93,96a	2,43b	3,00b	38,14a	8,22a	136c	137e	141,3b	157,0c
CA780261	47,20a	65,40a	41,13d	56,40d	87,02a	83,89b	2,14c	2,24c	13,82b	10,59a	162c	199c	158,0a	166,0b
CA780281	59,40b	59,40b	46,47d	53,17d	100,0a	98,28a	2,35b	2,28c	43,00a	10,53a	148c	174c	149,7a	155,3c
CA780287	45,87a	80,87a	22,70d	43,10d	90,59a	93,30a	2,56b	3,14a	18,23b	8,47a	154c	194c	134,7b	136,7d
CA780295	53,20a	69,37a	48,50d	66,37d	97,60a	90,90a	2,59b	3,50a	13,61b	9,72a	164c	172c	149,0a	154,3c
CA780299	33,27b	47,27b	27,17d	38,50d	90,56a	72,25b	2,21c	2,75b	9,78b	8,93a	106d	122e	125,3b	128,0d
CA780301	51,57a	69,13a	44,90d	56,37d	100,0a	97,44a	1,98c	2,61b	11,35b	7,60a	208b	214b	163,0a	165,3b
CA780308	39,67a	69,87a	30,47d	38,17d	80,95a	95,83a	2,73a	3,24a	28,55b	14,74a	155c	172c	136,7b	135,7d
CA780324	36,23b	65,23a	32,83d	36,23d	95,96a	99,97a	2,14c	2,85b	43,83a	12,34a	196b	187c	128,7b	135,0d
CA780329	40,60a	51,77b	44,47d	57,53d	89,13a	89,58a	2,45b	3,28a	47,51a	20,69a	135c	114e	128,3b	144,0c
CA780336	27,47b	59,83b	37,20d	55,40d	75,61a	75,71b	2,79a	3,26a	41,64a	12,79a	102d	130e	163,0a	172,0b
CA780357	24,07b	43,50b	130,0a	81,90b	74,30a	95,37a	1,97c	1,77d	68,86a	17,51a	119d	175c	110,3b	131,0d
CA790032	52,80a	56,13b	42,30d	55,33d	100,0a	84,44b	3,02a	3,58a	20,65b	4,05a	142c	129e	147,3a	151,7c
CA790176	36,97b	52,77b	68,83c	70,50c	83,48a	76,73b	2,06c	2,98b	27,91b	27,80a	188b	178c	142,0b	163,7b
CA790238	36,03b	76,53a	67,33c	66,70c	93,65a	92,79a	2,34b	2,94b	38,51a	9,19a	183b	179c	152,0a	173,0b
CA790241	34,50b	68,97a	73,40c	88,20b	86,68a	98,41a	1,67d	2,41c	49,30a	9,05a	184b	162d	138,0b	152,7c
CA790282	46,97a	63,50a	53,23c	64,90c	88,88a	89,05a	3,18a	3,50a	27,61b	11,08a	122d	124e	149,3a	162,3b
CA790301	17,87b	45,33b	54,37c	52,20d	83,56a	83,35b	2,30b	2,99b	62,24a	17,60a	100d	128e	135,7b	149,3c
CA790328	35,20b	56,80b	42,90d	50,90d	93,07a	100,0a	2,37b	2,77b	48,69a	21,27a	200b	198c	139,0b	144,3c
CA790337	77,07a	77,07a	76,93b	86,97b	88,02a	87,54b	1,73d	2,02c	48,41a	10,91a	201b	235b	132,0b	157,0c
CA790346	41,33a	72,17a	58,77c	63,93c	91,83a	95,77a	2,46b	2,83b	36,09a	9,90a	148c	155d	160,0a	161,0b
CA790359	48,27a	55,20a	73,17c	80,83a	80,83a	87,67b	1,90c	2,26c	15,44a	15,44a	246a	263a	148,7a	152,7c
CA800015	31,80b	72,50a	55,37c	71,40c	91,00a	94,00a	2,50b	2,90b	20,31b	7,83a	140c	150d	179,3a	188,0a
CA800020	36,07b	79,30a	65,80c	74,83c	86,10a	97,92a	2,08c	2,74b	33,07b	8,76a	188b	233b	160,7a	166,0a
CA800034	53,20a	61,90b	65,30d	65,30d	96,67a	100,3a	2,29b	2,80b	29,64b	7,71a	170b	196c	152,7a	166,3b
CA800068	34,03b	60,93b	62,37c	65,43c	91,69a	99,55a	2,02c	2,59b	38,43a	4,78a	163c	161d	151,3a	164,3b
CA800081	43,37a	76,13a	66,97c	72,83c	95,45a	97,78a	2,20c	2,70b	29,90b	8,01a	208b	199c	169,7a	194,3a
CA800082	32,27a	77,57a	52,43d	67,73c	89,76a	97,92a	2,04c	2,37c	23,95b	11,49a	191b	164d	167,3a	180,7a
CA800091	43,40b	82,73a	56,40c	61,40c	83,52a	99,41a	2,46b	2,73b	40,17a	10,23a	161c	156d	139,7b	162,0b
CA800143	14,90b	48,70a	126,1a	130,0a	94,87a	95,64a	1,28d	1,67d	48,26a	22,07a	160c	188c	128,7b	129,3d
CA800150	27,83b	77,00a	73,57c	68,37c	96,43a	89,05a	2,40b	3,60a	55,14a	5,74a	138c	136e	150,0a	158,3c
CA800178	19,97b	34,17b	99,90b	131,1a	88,68a	98,15a	1,81d	1,73d	48,44a	39,62a	134c	180c	122,3b	137,7d

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses, *Australian Journal of Agriculture, Research*, v. 29, p. 897-912, 1978.

PINHEIRO, B. da S. Integrating selection for drought tolerance into a breeding program: the Brazilian experience. In: FISCHER, K. S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G.; HARDY, B. (Eds.). *Breeding rice for drought-prone environments*, Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, 2003. p. 75-83.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. *Tensão da água do solo e produtividade do arroz* Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 6p. (EMBRAPACNPAP. Comunicado Técnico, 19).

## RESISTÊNCIA À SECA: II. AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

GUIMARÃES<sup>1</sup>, C. M., STONE<sup>2</sup>, L. F., RANGEL<sup>3</sup>, P. H. N., FERREIRA<sup>4</sup>, M. E., RODRIGUES<sup>5</sup>, C.A.P.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo de arroz de terras altas destaca-se na região dos Cerrados brasileiros, onde predominam os Latossolos, de boas características físicas, mas de baixa fertilidade. Nessa região, a pluviosidade anual está em torno dos 1200-1500 mm, distribuídos ao longo dos meses de outubro a abril. Ainda, durante os meses de janeiro e fevereiro, quando a cultura do arroz encontra-se em campo, podem ocorrer períodos de deficiência hídrica, que são a principal causa da baixa produtividade e instabilidade de produção do arroz de terras altas. Com o conhecimento da variabilidade genética disponível para resistência à deficiência hídrica, poder-se-á desenvolver linhagens com maior capacidade de resistir aos níveis de deficiência hídrica que geralmente ocorrem nas regiões produtoras, durante o período normal de cultivo. O trabalho objetiva identificar linhagens promissoras em condições de deficiência hídrica e avaliar caracteres morfológicos e fisiológicos responsáveis pela resistência à deficiência hídrica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da AGENCIARURAL, em Porangatu-GO, latitude 13° 27', longitude 49° 10', altitude 600 m. O regime pluvial é bem definido, ou seja, período chuvoso de outubro a abril e período seco de maio a setembro. O solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico. O plantio foi efetuado em 05/07/2004, em parcelas de quatro fileiras, com cinco metros de comprimento e espaçadas de 40 cm. A densidade de semeadura foi de 80 sementes por metro. A demanda das plantas por nitrogênio, fósforo e potássio foi suprida com a aplicação de 12, 90 e 48 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Adicionalmente, foram aplicados 20 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco e 20 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12. A adubação de cobertura foi efetuada com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, na fase de diferenciação floral. O controle de plantas daninhas foi efetuado com oxadiazon na dose de 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>, em pos-emergência precoce. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram colocados dois tratamentos hídricos e nas subparcelas 80 genótipos selecionados pela sua maior divergência genética, através de marcadores moleculares. Foram submetidos a boas condições de umidade no solo, - 0,035 MPa a 15 cm de profundidade (Stone et al., 1986) até o estabelecimento da cultura, 30 dias após a emergência, quando foram implantados os tratamentos hídricos: 1)

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone: (62) 3533-2178. E-mail: cleber@crnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Recursos Genéticos, Brasília, DF.

<sup>5</sup> Estagiária do CNPq, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

irrigado adequadamente e 2) com deficiência hídrica. A irrigação no primeiro tratamento foi controlada com tensiômetros, ou seja, novas irrigações de 20-30 mm foram efetuadas quando o potencial da água no solo, a 15 cm de profundidade, atingiu - 0,035 MPa. O nível 2 recebeu aproximadamente 1/2 da lâmina de água aplicada no tratamento 1. Avaliou-se a produtividade, a esterilidade das espiguetas, o número de grãos por panícula, a fertilidade dos perfilhos e a altura das plantas. O estado hídrico das plantas foi inferido por leituras da temperatura do dossel, com o auxílio de termômetro de infravermelho. Quantificou-se também a precocidade da floração da planta, através da avaliação do número de dias após a emergência, e o índice de susceptibilidade à deficiência hídrica (S), segundo Fisher & Maurer (1978).

**RESULTADOS:** Verificou-se que os níveis hídricos afetaram significativamente a produtividade, a esterilidade das espiguetas, o número de grãos por panícula, a fertilidade dos perfilhos e a altura das plantas. Observou-se também que os genótipos tiveram a produtividade, a esterilidade das espiguetas e a altura afetadas diferentemente pela deficiência hídrica (Tabela 1). A produtividade média no tratamento com deficiência hídrica foi de 738 kg ha<sup>-1</sup> e no tratamento irrigado foi 2.163 kg ha<sup>-1</sup>. Na seleção dos genótipos, considerou-se a produtividade de grãos no tratamento irrigado, pois é desejável que os genitores além de apresentem bom comportamento produtivo quando submetidos à deficiência hídrica, apresentem também alto potencial produtivo na ausência dessa. Para tanto, os genótipos foram distribuídos em quartis definidos pela produtividade de 2.698 kg ha<sup>-1</sup> (média da produtividade no tratamento irrigado adequadamente acrescida de 75% do seu desvio padrão) e pelo índice de susceptibilidade à deficiência hídrica (S) de 0,91 (média de S diminuída de 25% do seu desvio padrão). Foram selecionados os genótipos dos quartis um e dois. No primeiro, foram incluídos os genótipos, CA790325 (GUAIRA BRANCO), CNA000027 (AGULHA ESAV), CA780127 (VENEZ ROXO) e CA780220 (CARIJÓ), caracterizados por apresentarem produtividade no tratamento irrigado acima de 2.698 kg ha<sup>-1</sup> e S inferior a 0,91, ou seja, produziram bem no tratamento irrigado e foram menos susceptíveis à deficiência hídrica. No segundo quartil foram incluídos os genótipos CA860049 (ARROZ MEIO AGULHA), CA830113 (TAQUARAMA), CA880080 (ARROZ 10 ANOS), CNA0000937 (CATALÃO), CA880081 (CATETÃO), A830003 (ARROZ AMARELO E BRANCO), CA780201 (GEM OU BRASIL), CA780264 (IGUAPE DOURADO), CA780019 (SEQUEIRO OU PARANA), CA780344 (BICUDO), CA850022 (BICO PRETO TRÊS MESES), CNA0004763 (MIRITI), CA780239 (101 CATALÃO), CA780003 (LEVANTA HOMEM), CA780269 (PIOJOTA) e CNA0004319 (SALUMPIKIT), que produziram acima de 2.698 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento irrigado e apresentaram S superior a 0,91, ou seja, produziram bem quando irrigado, entretanto foram mais susceptíveis à deficiência hídrica. Os outros quartis, por agruparem os genitores com produtividade, no tratamento irrigado, abaixo de 2698 kg ha<sup>-1</sup>, foram desclassificados. Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os componentes agrônômicos dos quatro genótipos mais resistentes à deficiência hídrica classificados no quartil 1, CA790325, CNA000027, CA780127 e CA780220 e os quatro mais susceptíveis, CA780003, CA780201, CA780269 e CNA0004319, entre os classificados no quartil 2. As produtividades médias dos genótipos mais resistentes à deficiência hídrica foram 2.909 e 1.329 kg ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos irrigado e com deficiência hídrica, respectivamente e o S médio foi de 0,82, enquanto que a produtividade média dos genótipos mais susceptíveis à deficiência hídrica foram de 3.602 e 467 kg ha<sup>-1</sup>, nos tratamentos irrigado e com deficiência hídrica, respectivamente e o S médio foi de 1,31. Os genótipos menos resistentes à deficiência hídrica apresentaram temperatura do dossel, em média, 2 °C mais alta que os mais resistentes no dia 09/09/2005, por transpirem menos, quando submetidos à deficiência hídrica. Isto sugere que os genótipos menos resistentes à deficiência hídrica estavam mais estressados hidricamente que os genótipos mais resistentes, naquela data. Por outro lado, não se constatou diferença entre os genótipos durante as duas avaliações seguintes. Observou-se também que os genótipos mais susceptíveis prorrogaram a data de floração em 11 dias comparativamente aos

genótipos mais resistentes à deficiência hídrica. Os genótipos mais susceptíveis apresentaram maior esterilidade de espiguetas, menor massa dos grãos e plantas mais baixas comparativamente aos genótipos mais resistentes à deficiência hídrica, quando submetidos ao estresse hídrico.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância.

Fonte de variação	Quadrado Médio do Erro*				
	Produtividade (kg/ha)	Esterilidade das espiguetas (%)	Grãos/Panicula (n°)	Fertilidade dos perfilhos (%)	Altura das plantas (cm)
Nível hídrico (NH)	4074926,7**	76627,1**	23676,2*	1028,2*	8672,481*
Genótipos (G)	027295,2**	466,3**	1477,6**	174,9**	451,003**
NH x G	70700,5**	421,2**	702,6ns	128,0ns	89,820*

ns - F não-significativo a 5%; \* - F significativo a 5%; \*\* - F significativo a 1%.

**Tabela 2.** Produtividade, índice S, quartil de classificação (Q), temperatura do dossel (T) e floração dos linhagens avaliadas para a resistência à deficiência hídrica.

Genótipo		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		S	Q	T (°C)			Data floração (DAE)	
Germoplasma (N°)	Nome comum	C/Def.	S/Def	%		9/set	24/set	9/out	C/Def.	S/Def
CA790325	GUAIRA BRANCO	1.292	2.735	0,80	1	34	37	25	96	102
CNA0000027	AGULHA ESAV	1.308	2.928	0,84	1	35	36	24	119	103
CA780127	VENEZ ROXO	1.494	2.971	0,75	1	35	36	24	103	94
CA780220	CARIJO	1.221	3.000	0,90	1	35	36	24	104	109
Médias		1.329	2.909	0,82		35	36	24	106	102
CA780003	LEVANTA HOMEM	549	3.520	1,28	2	36	37	25	123	104
CA780201	GEM OU BRASIL	477	2.951	1,27	2	37	35	25	125	108
CA780269	PIOJOTA	453	3.912	1,34	2	38	37	24	116	95
CNA0004319	SALUMPIKIT	389	4.023	1,37	2	36	35	24	105	95
Médias		467	3.602	1,31		37	36	25	117	101

C/Def - com deficiência hídrica, S/Def.. - sem deficiência hídrica

**Tabela 3.** Esterilidade de espiguetas, número de grãos por panicula, fertilidade dos perfilhos e altura das plantas das linhagens mais resistentes e mais susceptíveis à deficiência hídrica.

Genótipo		Esterilidade de espiguetas (%)		Grãos/panicula (n°)		Fertilidade dos perfilhos (%)		Altura das plantas (cm)	
Banco de germoplasma (N°)	Nome comum	C/Def	S/Def.	C/Def	S/Def.	C/Def.	S/Def.	C/Def	S/Def.
CA790325	GUAIRA BRANCO	56,48	32,02	73	107	90,00	96,67	88,5	90,9
CNA0000027	AGULHA ESAV	41,96	26,00	85	73	93,33	96,67	87,1	99,6
CA780127	VENEZ ROXO	52,27	40,24	66	75	90,00	90,00	89,2	87,8
CA780220	CARIJO	37,77	30,28	83	90	96,67	86,67	84,7	90,3
Médias		47,12	32,14	77	86	92,50	92,50	87,4	92,2
CA780201	GEM OU BRASIL	61,60	21,51	79	114	90,00	96,67	84,2	105,4
CA780003	LEVANTA HOMEM	58,48	35,62	68	128	93,33	93,33	83,8	99,5
CA780269	PIOJOTA	83,57	24,20	42	58	83,33	100,00	74,8	86,1
CNA0004319	SALUMPIKIT	73,93	24,91	57	60	96,67	93,33	77,5	95,5
Médias		69,40	26,56	62	90	90,83	95,83	80,1	96,6

C/Def - com deficiência hídrica, S/Def.. - sem deficiência hídrica

**CONCLUSÕES:** Concluiu-se que os genótipos CA790325, CNA0000027, CA780127 e CA780220 apresentam as melhores produtividades tanto no tratamento irrigado como no com deficiência hídrica, e o CA860049, CA830113, CA880080, CNA0000937, CA880081, A830003, CA780201, CA780264, CA780019, CA780344, CA850022, CNA0004763, CA780239, CA780003, CA780269 e CNA0004319 produzem bem no tratamento irrigado, entretanto são muito sensíveis à deficiência hídrica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agriculture Research.*, v. 29, p. 897-912, 1978

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. *Tensão da água do solo e produtividade do arroz*. Goiânia:EMBRAPA-CNPAP, 1986. 6p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 19).

## RESISTÊNCIA À SECA: III. AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

GUIMARÃES<sup>1</sup>, C. M., STONE<sup>2</sup>, L. F., RANGEL<sup>3</sup>, P. H. N., FERREIRA<sup>4</sup>, M. E., RODRIGUES<sup>5</sup>, C.A.P.

**INTRODUÇÃO:** A distribuição irregular das chuvas, comum na maioria das regiões produtoras de arroz de terras altas, compromete a sustentabilidade dessa cultura. Assim, é recomendável que as novas cultivares para essas regiões apresentem adaptabilidade a essa instabilidade climática. Por outro lado, o conhecimento da base fisiológica da variabilidade genética, disponível para resistência à seca, pode aumentar a eficácia dos programas de melhoramento. Nesse contexto, as novas cultivares de arroz de terras altas devem apresentar mecanismo de adaptação à seca mais eficiente. Sugere-se, para a maioria das regiões produtoras de arroz de terras altas, onde ocorrem períodos de veranicos não muito prolongados, plantas com sistema radicular mais profundo e mais eficiente na absorção de água. O trabalho teve como objetivo caracterizar morfológicamente o sistema radicular dos genótipos de arroz de terras altas, com maior divergência genética, cultivados em condições de irrigação adequada e com deficiência hídrica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distr. fco. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições. As unidades experimentais foram colunas de solo, acondicionadas em tubos de PVC de 25 cm de diâmetro e 80 cm de altura, sendo essas formadas de quatro anéis, de 20 cm de altura, interligados por fita adesiva. Os níveis hídricos, com e sem deficiência hídrica após o florescimento, constituíram as parcelas e 37 genótipos, com maior divergência genética, as subparcelas. Eles foram irrigados adequadamente, mantendo-se o potencial de água no solo acima de - 0,035 MPa, a 15 cm de profundidade (Stone et al, 1986), até o início da floração, quando foram submetidos aos dois tratamentos hídricos: 1) manutenção das condições hídricas da fase inicial e 2) aplicação de deficiência hídrica até o fim do ciclo da cultura, com a reposição diária, na base da coluna, de aproximadamente 50% da água evapotranspirada, que foi monitorada por meio de balança. O sistema radicular foi avaliado na época da colheita dos grãos, de 20 em 20 cm, da superfície até 80 cm de profundidade. A separação das raízes presentes nas amostras de solo foi feita por meio do método de suspensão/decantação repetitivas. Após a separação, as raízes foram recuperadas do sobrenadante em peneiras de 0,25 mm, com o auxílio de pinças, levadas a estufa com circulação forçada de ar a 80°C, até massa constante, aproximadamente 48 horas, para a determinação da massa de sua matéria seca. Dividindo-se a biomassa radicular, em mg, pelo volume das amostras, em cm<sup>3</sup>, encontrou-se a densidade gravimétrica radicular. Adicionalmente, em condições de campo, no Sítio de Fenotipagem de Porangatu-GO, determinou-se para um grupo menor de genótipos, o índice de susceptibilidade à seca, conforme proposto por Fisher & Maurer (1978).

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone: (62) 3533-2178. E-mail: cleber@cnpaf.embrapa.br.

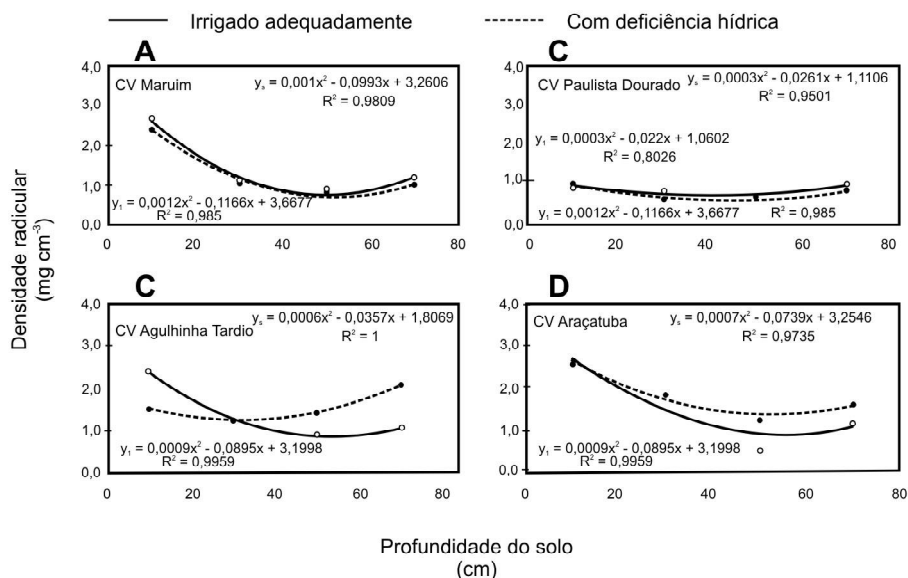
<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Recursos Genéticos, Brasília, DF.

<sup>5</sup> Estagiária do CNPq, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Verificou-se que os sistemas radiculares das cultivares diferiram significativamente entre si ao nível de 1% de probabilidade e, ocorreram reduções, também significativas, com o aprofundamento das camadas de solo, havendo acúmulo de raízes na base das colunas. Algumas plantas apresentaram sistemas radiculares semelhantes nos dois tratamentos hídricos, com raízes bem desenvolvidas na camada superficial e densidades menores nas camadas mais profundas, como observado na cultivar Maruim (Figura 1A). Por outro lado outras cultivares, como a Paulista Dourado (Figura 1B), apresentaram sistemas radiculares não influenciados pelos tratamentos hídricos, porém pouco desenvolvidos tanto na camada superficial, de 0-20 cm de profundidade, como nas mais profundas. Outras cultivares, como a Agulhinha Tardio (Figura 1C), apresentaram sistemas radiculares que diferiram entre os tratamentos hídricos. Nessa observou-se maior crescimento nas camadas mais profundas quando submetidas à deficiência hídrica. Esse é o típico comportamento de plantas que apresentam ajuste osmótico nas células da zona de crescimento radicular e, portanto, crescimento de raízes mesmo num ambiente de deficiência hídrica. Um outro grupo é representado pela cultivar Araçatuba (Figura 1D), que apresentou bom sistema radicular na camada superficial tanto no tratamento irrigado como no com deficiência hídrica, entretanto quando submetida à deficiência hídrica apresentou menor redução do sistema radicular comparativamente ao tratamento irrigado, certamente devido à sua maior capacidade de ajuste osmótico, como discutido anteriormente. Verificou-se também que o índice de susceptibilidade à seca das cultivares Puteca (CA780217), Prata Branco (CA780261), Santo Américo (CA780295), Jatobá (CA790238), Muruim Branco (CA790337) e Iguape sem Arista (CA800034), avaliado em condições de campo, correlacionou-se significativamente com a densidade radicular observada na camada basal das colunas de solo, de 60 a 80 cm de profundidade (Figura 2). Por outro lado, os sistemas radiculares das cultivares Enche Tulha (CA780033), Cano Roxo (CA780281) e Douradão/Amarelão (CA800020) não influenciaram na resistência à seca com a mesma intensidade observada nas cultivares anteriores, provavelmente por apresentarem baixa capacidade de contenção da perda de água pela transpiração. Os dados sugerem que a maior densidade radicular, nas camadas mais profundas do solo, confere maior resistência à seca aos genótipos de arroz de terras altas e que a avaliação do sistema radicular, em condições controladas, constitui-se numa ferramenta importante de fenotipagem para resistência à seca.



**Fig. 1.** Distribuição do sistema radicular das cultivares de arroz de terras altas (A) Maruim, (B) Paulista Dourado, (C) Agulhinha Tardio e (D) Araçatuba, de 20 em 20 cm, da superfície até 80 cm de profundidade.

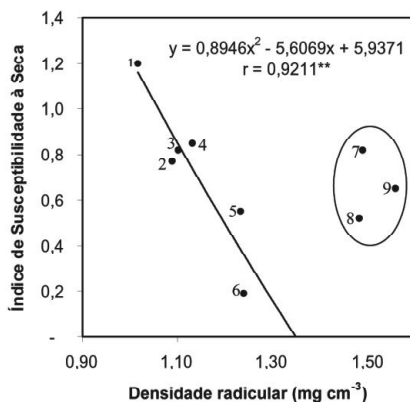


Fig. 2. Variação da densidade radicular, das cultivares de arroz de terras altas, Puteca (1), Prata Branco (2), Santo Américo (3), Muruim Branco (4), Jatobá (5), Iguape sem Aresta (6), Enche Tulha (7), Cano Roxo (8) e Douradão/Amarelão (9), avaliada, em coluna de solo, na camada de 60-80 cm de profundidade, sob condições de deficiência hídrica, em função do índice de susceptibilidade à seca, avaliado em condições de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agriculture Research.*, v. 29, p. 897-912, 1978.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. *Tensão da água do solo e produtividade do arroz*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 6 p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 19).

## ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE DA CARACTERÍSTICA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM ARROZ DE TERRAS ALTAS NO ESTADO DO PARÁ

LOPES, <sup>1</sup>, A. de M.

**INTRODUÇÃO:** O melhoramento genético de arroz de terras altas tem sido direcionado no sentido da obtenção de cultivares com alta produtividade e ampla adaptação ambiental. Nesse contexto, é fundamental a avaliação do desempenho das linhagens de arroz em vários anos e locais, para identificar a interação do tipo gen tipo e ambiente (GxA), porque desvios causados pela interação GxA dificultam o programa de seleção de material genético. A interação do gen tipo com anos e locais, torna complexa a seleção de gen tipos superiores, pois reduz a precisão da avaliação dos gen tipos (Gravois et al., 1991). O objetivo dos ensaios de avaliação de linhagens é identificar o valor genotípico das linhagens para possibilitar decisões acertadas na recomendação de cultivares. Assim, os ensaios de avaliação necessitam de repetições no espaço e no tempo e, como consequência, oneram os programas de melhoramento. Os ensaios de avaliação de desempenho podem tornar-se mais eficientes se a importância relativa dos locais e anos, e suas interações com os gen tipos, for determinada. Para tanto, existe a necessidade de estudos aprofundados desses efeitos e interações (Frankel, 1958; Schutz & Bernard, 1967). Vários autores têm estudado os diversos aspectos ligados à interação entre gen tipos e ambientes. Analisando dados experimentais de arroz, tabaco, milho e algodão, na

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Belém, PA. Fone (91) 3246-3801. altevir@cpatu.embrapa.br.

Carolina do Norte, EUA, Hanson (1964) encontrou que as respostas genotípicas para locais, dentro de certo número de anos, não foram mais consistentes que para anos dentro de locais. Isto indica a existência de similaridades entre a amostragem de locais dentro de uma área e a amostragem de anos, podendo ser associados como sendo ao acaso. Schutz & Bernard (1967), trabalhando com sete ensaios regionais de soja nos Estados Unidos da América do Norte, durante três anos, concluíram que dados de dez a quinze locais em um ano seriam suficientes para eliminar linhagens de baixa produção, ou que um maior número de anos e menor número de locais também seria viável para obtenção de maiores ganhos em testes de linhagens. Este trabalho teve por objetivo determinar a magnitude da interação gen tipos x ambiente (GxA) no que diz respeito ao caráter produtividade em cultivares de arroz de terras altas, no Estado do Pará.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados experimentais relativos às características produtividade de grãos (kg/ha) foram provenientes dos Ensaios de Avaliação do Valor de Cultivo e Uso de Arroz, conduzidos sob coordenação da Embrapa Amazônia Oriental. Os experimentos foram instalados e conduzidos nos municípios de Altamira (Lat. 03° 12' 12" S, Long. 52° 12' 23" W, Alt. 109 m), Belterra (Lat. 02° 38' 11" S, Long. 52° 12' 23" W, Alt. 109 m), Paragominas (Lat. 02° 59' 45" S, Long. 47° 21' 10" W, Alt. 90 m) e Uruará (Lat. 03° 43' 03" S, Long. 53° 44' 12" W, Alt. 129 m), do Estado do Pará, nas safras 2003/04 e 2004/05, totalizando oito ambientes distintos. Os tratamentos compreenderam 11 gen tipos de arroz, sendo oito linhagens (BRA 01506, BRA 01596, BRA 01600, BRA 01618, CNAs 10217, CNAs 10260, CNAs 9025, CNAs 9045) e três cultivares (BRS BONANÇA, BRS LIDERANÇA, BRS PRIMAVERA). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. A parcela foi constituída de cinco linhas de 5 m de comprimento e a área útil das três linhas centrais. O espaçamento foi de 0,20 m, com 60 sementes por metro. As práticas culturais adotadas foram as usuais da cultura. Neste trabalho, foram analisados os dados de produtividade de grãos. Efetuou-se a análise de variância conjunta envolvendo gen tipos, anos e locais, com o objetivo de detectar a presença de interações GxA. Estas análises conjuntas foram realizadas após o exame da homogeneidade das variâncias, utilizando-se o Teste de Bartlett, citado por Steel e Torrie (1980). Com o objetivo de avaliar detalhadamente as interações anos x locais, foram realizadas análises de locais dentro de anos, e anos dentro de locais, onde se procurou identificar os locais de maior repetibilidade nas classificações de gen tipos ao longo dos anos. Utilizando-se os mesmos locais, anos e gen tipos comuns dos ensaios 2003/04 e 2004/05, realizou-se nova análise de variância para cada grupo, considerando cada combinação de ano e local como um ambiente distinto, totalizando oito ambientes. A interação gen tipo x ambiente foi decomposta para verificação do desempenho dos gen tipos dentro de cada ambiente. Para efeito deste trabalho, anos e locais foram considerados efeitos aleatórios, e os gen tipos foram considerados fixos. As estimativas dos parâmetros de variância foram obtidas usando procedimentos do Programa Genes (Cruz, 2001). O objetivo foi avaliar a capacidade que os vários ambientes (locais) mostraram, nos vários anos, de discriminar entre os gen tipos estudados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Inicialmente, procedeu-se às análises de variâncias individuais para cada experimento e, posteriormente, à análise conjunta do biênio 2002/03 e 2003/04, utilizando-se os materiais e locais comuns, considerando fixos os efeitos de gen tipos e aleatórios os efeitos de locais e anos. Foi efetuada a análise conjunta de variância para a característica produtividade de grãos, nos oito ambientes. A média geral foi de 3.610 kg/ha e o coeficiente de variação foi de 12,6%, atribuindo boa precisão aos experimentos. As médias de produtividade das linhagens e cultivares, em cada ambiente, são mostradas na Tabela 1. Os resultados das análises de variância conjunta para a produção de grãos, utilizados nos estudos de interação gen tipo x ambiente (GxA), são apresentados na Tabela 2. A diferença entre gen tipos foi altamente significativa. A detecção de diferença altamente significativa entre as entradas indica que, na média dos ambientes, o desempenho dos gen tipos avaliados foi bastante diferenciado. Os efeitos de ano e de local não foram significativos. Entretanto, a interação ano x local foi altamente

significativa. A interação entre gen tipo x ano foi altamente significativa, mas, a interação entre gen tipo x local não foi significativa. A interação tripla ano x local x gen tipo, foi significativa ao nível de 1% de probabilidade. Estes dados demonstram que, de maneira geral, os gen tipos avaliados apresentaram respostas diferentes quando avaliados nos diferentes ambientes, resultantes da combinação entre os anos e os locais dos ensaios. Indicam, também, que a interação entre anos x locais, ambientes considerados no tempo e no espaço, foi importante no desempenho dos gen tipos. Portanto, no processo de avaliação de linhagens de arroz, os gen tipos destinados ao plantio no Estado do Pará devem ser submetidos a vários ambientes, para serem corretamente selecionados. A variância genotípica foi de maior importância para explicar a variabilidade identificada nessa análise. Estes resultados são importantes para os trabalhos de melhoramento, e podem auxiliar na escolha de locais melhor adequados para testes de linhagens. Observa-se que a magnitude da variância da interação gen tipos por locais foi mais expressiva do que magnitude da variância da interação gen tipos por anos (indicando que é mais vantajoso testar os materiais em um maior número de locais, do que em um maior número de anos, sendo esta uma informação de grande importância para orientar trabalhos futuros de avaliação de cultivares e sua recomendação para os agricultores. Nesse caso, os testes regionais podem ser realizados em um maior número de locais por dois anos.

**Tabela 1.** Produtividade média (kg/ha) dos genótipos em quatro locais do Pará. Média dos anos de 2003/4 e 2004/5.

GENÓTIPOS	LOCAIS				Média
	Altamira	Belterra	Paragominas	Uruará	
CNAs 10260	3.685	4.739	3.573	4.286	4.071
CNAs 9045	4.208	4.017	3.740	4.092	4.014
CNAs 9025	3.727	4.447	3.625	4.088	3.972
BRS LIDERANÇA	3.368	4.667	3.563	4.243	3.960
BRA 01618	3.181	4.628	3.600	4.127	3.884
BRS BONANÇA	3.328	4.355	3.627	4.069	3.845
BRA 01600	2.919	3.882	3.364	3.823	3.497
CNAs 10217	2.789	3.877	3.057	3.868	3.398
BRA 01596	2.801	3.653	2.742	3.169	3.091
BRA 01506	2.519	3.418	3.174	3.007	3.030
BRS PRIMAVERA	2.387	3.289	3.208	2.933	2.954

**Tabela 2.** Análise conjunta de variância da característica produtividade de grãos de arroz, mostrando os quadrados médios e testes de significância

F. V.	G. L.	Q. M.	F	
(B/L)/A	24	535.017,71		
Genótipos(G)	10	5.930.686,95	3,78	**
Anos(A) 1	91.525,50	0,02	ns	
Locais(L) 3	14.696.750,11	3,52	ns	
GxA	10	1.211.196,66	2,51	*
GxL	30	485.424,85	1,00	ns
AxL	3	4.173.392,95	7,80	**
GxAxL	30	483.208,88	2,32	
Resíduo	240	207.876,10		

**CONCLUSÕES:** A produtividade foi altamente influenciada pelo ambiente, caracterizado pelas interações entre os efeitos de ano e local. Conseqüentemente, os testes de linhagens para fins de recomendação de cultivares devem ser realizados em vários ambientes para haver uma correta avaliação do gen tipo. Alguns locais avaliam os gen tipos de maneira consistente ao longo dos anos.

Outros discriminam melhor entre os genótipos. Portanto, os testes devem incluir tais locais para aumentar a confiabilidade das avaliações. Os dados obtidos também permitem concluir que, havendo necessidade de abreviar o período de avaliação para apenas um ano, os testes devem ser realizados em número maior de locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

FRANKEL, O. H. The dynamics of plant breeding. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, v.24, p.112-123, 1958.

GRAVOIS, K. A.; MOLDENHAUER, K. A. K.; ROHMAN, P. e. Genetic and genotype x environment effects for rough rice and head rice yields. *Crop. Science*, v.31, n.4, p.907-911, 1991.

HANSON, W. D. Genotype-environment interaction concepts for field experimentation. *Biometrics*, v.20, p.540-553, 1964.

McINTOSH, M. S. Analysis of combined experiments. *Agronomy Journal*, v.75, p.153-155, 1983.

SCHUTZ, W. M.; BERNARD, R. L. Genotype x Environment interactions in the regional testing of soybean strains. *Crop Science*, 7, p.125-130, 1967.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

## RESGATE DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.) NOS ESTADOS DA PARAÍBA E CEARÁ

FONSECA<sup>1</sup>, J.R., PEREIRA<sup>2</sup>, J.A., SILVA<sup>3</sup>, S.C., RANGEL<sup>4</sup>, P.H.N., BRONDANI<sup>5</sup>, C.

**INTRODUÇÃO:** A Embrapa Arroz e Feijão coordena, desde 1979, um programa nacional de coleta de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e espécies afins. Colaboram com o programa a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Empresas Estaduais de Pesquisa, Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural e Unidades descentralizadas de produtos da Embrapa. As expedições de coleta têm por objetivo ampliar a coleção nacional, preservar e utilizar, de imediato, germoplasma nos programas de melhoramento (Fonseca & Freire, 1986). Coletas já foram realizadas no Maranhão, Piauí, Roraima, Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Goiás, Espírito Santo, Minas Gerais e Santa Catarina (Fonseca et al., 2001), e recentemente foi feita uma coleta de arroz vermelho, abrangendo os Estados da Paraíba e Ceará. O arroz vermelho mais conhecido é a forma espontânea da espécie *Oryza sativa* L., considerada planta invasora, por causar consideráveis prejuízos às lavouras de arroz branco, principalmente por comprometer a qualidade final do produto consagrado pela população humana como padrão comercial. Entretanto em algumas regiões brasileiras, principalmente no Nordeste, em particular nos Estados da Paraíba e Ceará, o arroz vermelho é cultivado e constitui, principalmente na Paraíba, um dos principais pratos da culinária regional. Apesar de sua

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2149. jfonseca@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Meteorologia Agrícola, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Molecular, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

produção estar relacionada com o hábito das populações locais e pelo grande interesse pela agricultura familiar, esse arroz se encontra em franco processo de extinção, em razão da concorrência da indústria do arroz branco e do despovoamento do meio rural (Pereira, 2004). Dessa forma, a Embrapa Arroz e Feijão, juntamente com a Embrapa Meio-Norte, realizaram coleta de germoplasma em vários municípios produtores nos Estados da Paraíba e Ceará. O objetivo deste trabalho é apresentar algumas informações, em especial à comunidade científica, sobre o germoplasma de arroz vermelho coletado naqueles estados.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para o planejamento da coleta e escolha da área-alvo, inicialmente foram feitos contatos com pesquisadores, atuantes em pesquisas com arroz, da Embrapa Meio-Norte, que por sua vez estabeleceram contatos com técnicos da Extensão Rural, para elaborarem roteiros e levantamento dos produtores que plantavam arroz vermelho, em seus respectivos municípios. Desse modo, de posse de informações de agricultores e dos municípios tradicionalmente produtores da gramínea, priorizou-se a expedição no Vale do Pianc na Paraíba, e nos perímetros irrigados do Centro e Sul do Ceará. Nesses locais, coletou-se amostras de sementes guardadas em paíis, embalagens de plástico do tipo coca-cola, sacarias e outros recipientes utilizados pelos agricultores para conservar suas sementes. Também foram coletadas amostras em beneficiadoras, denominadas na região por “desalpadeiras de arroz”. A amostragem, ao acaso, nesses ambientes variava de 100 a 200 gramas de sementes. No ato da coleta, os agricultores e maquinistas (cerealistas) eram questionados, anotando em caderneta de campo as informações: os nomes dos produtores e da propriedade ou comunidade, denominação da cultivar e tempo de uso, o município e distrito, dentre outros dados de importância. Todas as amostras resgatadas foram georeferenciadas com a utilização de um GPS (Sistema de Posicionamento Global), cujo procedimento resulta na determinação das coordenadas geográficas com o intuito de oferecer subsídios para realização de outros estudos naqueles locais amostrados. O germoplasma coletado foi separado em duas partes, ficando uma preservada na Embrapa Meio-Norte, no município de Teresina-PI, para avaliação futura; a outra parte destinou-se a Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, onde o germoplasma encontra-se incorporado ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Arroz), visando multiplicação, caracterização, avaliação e utilização pelos melhoristas e áreas correlatas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Podem ser vistos na Figura 1 os locais onde o germoplasma foi coletado. Na Paraíba, foram visitados Princesa Isabel, Tavares, Juru, Diamante, Boa Ventura, Itaporanga, Olho D’água, Pianc e Santana dos Garrotes. No Ceará foram explorados: Brejo Santo, Muriti, Milagres, Aurora, Lavras da Mangabeira, Quixelô, Jucás, Cedro e Ic . Nos dois estados foram resgatadas 29 amostras, sendo 21 na Paraíba e 8 no Ceará. As denominações locais do arroz vermelho coletado foram: Arroz da Terra, Vermelho de Pianc , Caqui, Arroz de Pianc , Arroz Misturado, Vermelho Graúdo, Arroz Maranhão, Vermelho Misturado, Vermelho, Maranhão Amarelo, Vermelho do Maranhão e Comum Vermelho. Essas amostras somam-se às colhidas anteriormente no Maranhão, no município de Capinzal do Norte, em que foi coletada uma cultivar de arroz vermelho denominada de Saia Velha (Fonseca et al., 2004), e em coletas feitas em Roraima, Zona da Mata e Sul de Minas Gerais por Fonseca et al. (1982), em que foram resgatados alguns exemplares de cultivares de cariopse vermelha cultivadas por pequenos agricultores, denominadas Agulhinha Vermelho, Venez, Venez-de-Abril e Venez-de-Arista. É interessante lembrar que o arroz vermelho tem grande variabilidade e pode possuir genes de resistência a certas doenças. Um exemplo é o arroz vermelho Três Marias, fonte de resistência à brusone, doença que afeta toda a parte aérea das plantas, incluindo as folhas, os nós do colmo, as bainhas, partes do cacho ou panículas e os grãos (Prabhu et al., 1982). Além do arroz vermelho, 19 amostras de cultivares tradicionais (de cariopse branca) foram coletadas, denominadas de Lageado, Amarelo, Arroz Branco, Comum, Mochot , Agulhinha, Chililique e Arroz da Arrancada.

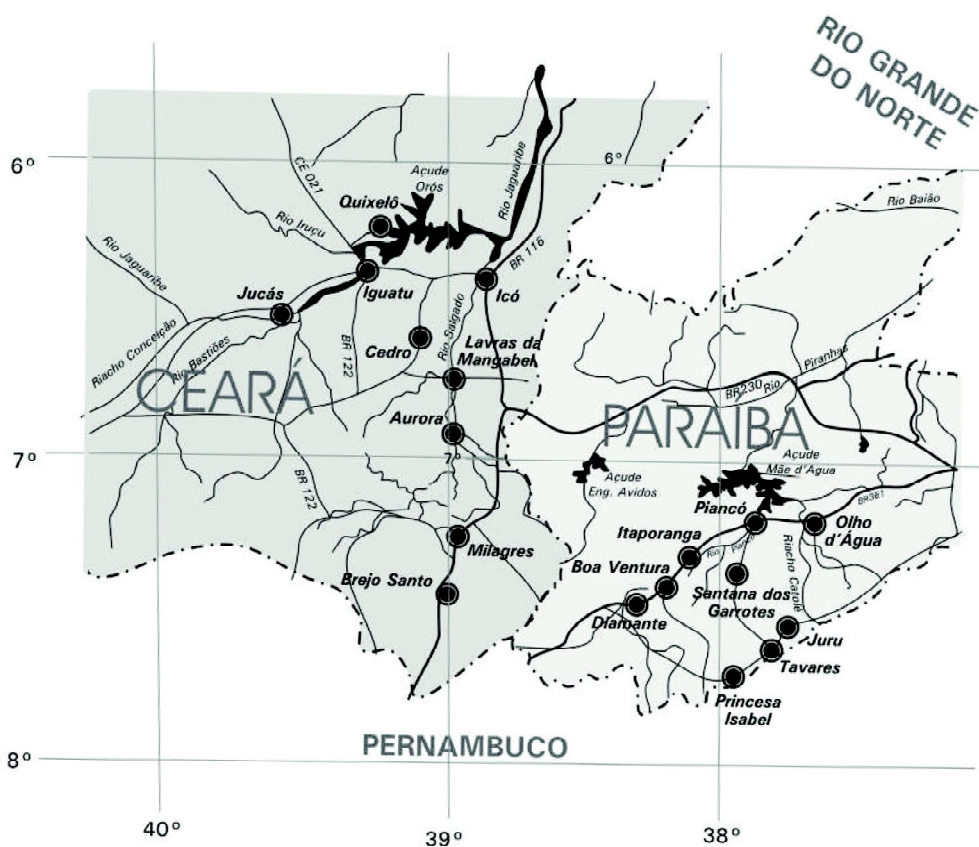


Fig. 1. Municípios onde foram realizadas as coletas de arroz.

**CONCLUSÕES:** A expedição foi de suma importância para a pesquisa agrícola, pois acredita-se que a variabilidade genética do arroz vermelho tenha sido resgatada nas principais regiões produtoras dos Estados da Paraíba e Ceará.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J.R.; FREIRE, M.S. **Coleta de germoplasma de arroz, feijão e caupi no Brasil.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 3p. (EMBRAPA-CNPAP. Pesquisa em Andamento, 62).

FONSECA, J.R.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. de; MATTOS, T.; BEHNEK, B.A.; GIANLUPPI, V. **Coleta de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e algumas considerações sobre os sistemas de produção no Estado de Minas Gerais, Território Federal de Roraima e Estado do Espírito Santo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. 19p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 3).

FONSECA, J.R.; VIEIRA, E.H.N.; FREIRE, M.S.; SILVA, H.T. da; FREIRE, A.B. Coletando e preservando variedades tradicionais de arroz e feijão do Brasil. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 3., 2001, Londrina. **Recursos genéticos: conservar para a vida - anais.** Londrina: IAPAR, 2001. p.185-186.

FONSECA, J.R.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, J.A.; CUTRIM, V. dos A. Descritores morfoagronômicos e fenológicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.293, p.45-56, 2004.



PEREIRA, J.A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2004. 90p.

PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P.; FARIA, J.C.; SOUZA, D.M.; SOAVE, J.; AMARAL, R.E.M. Fontes de resistência vertical a *Pyricularia grisea* em arroz. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.8, p.78-90, 1982.

## **SENSIBILIDADE DE VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) À RADIAÇÃO GAMA E À SALINIDADE: UM ESTUDO PRELIMINAR NO ESTÁDIO DE GERMINAÇÃO**

MELO, P.C.S.<sup>1</sup>, COLAÇO, W.<sup>2</sup>, ANUNCIÇÃO FILHO<sup>3</sup>C.J., SANTOS, V.F.<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz irrigado na região Nordeste desempenha papel de fundamental importância do ponto de vista socio-econômico. Por ser cultivado nas regiões ribeirinhas do São Francisco, independe das instabilidades climáticas, principalmente das estiagens comuns na região. Com isto, o cultivo do arroz serve de elemento fixador do nordestino a terra, evitando o êxodo rural. Além disso, é plantado por um grande número de famílias de pequenos produtores, como cultura de subsistência, praticamente em todos os estados do Brasil. Sua grande importância social é a satisfação da necessidade alimentar de populações rurais (Yokoyama, 2002). Estudando os efeitos da salinidade na produção e dos componentes da produção do arroz, Zeng & Shannon (2000) concluíram que é aconselhável fazer o melhoramento genético do arroz para a obtenção de materiais tolerantes à salinidade, considerando os custos e a aplicabilidade nas condições de campo. O melhoramento genético para se obter materiais tolerantes à salinidade pode ser feito utilizando-se a mutação induzida, porque, de acordo com Allard (1971) e Rutger (1983), a indução de mutação mostra-se particularmente útil em situações onde há necessidade de alterações tanto em poucas características de herança simples como em sistemas genéticos altamente desenvolvidos. O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da radiação gama de <sup>60</sup>Co na germinação de gen tipos de arroz sob diferentes estresses salinos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um experimento fatorial em blocos inteiramente casualizados, com 3 repetições, foi instalado no Laboratório de Microbiologia do Solo do DEN/UFPE, combinando cinco variedades de arroz irrigado (Metica, Diamante, São Francisco, Jequitibá e Rio Formoso), seis doses de radiação gama (0, 120, 180, 240, 300 e 360 Gy) e três potenciais osmóticos (0, -1,2 e -1,8 MPa). As variedades de arroz irrigado foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa do Arroz e Feijão da Embrapa, em Goiânia, GO. Grupos de sementes secas, viáveis (25 sementes), das cinco variedades estudadas foram expostas à radiação gama de uma fonte de <sup>60</sup>Co (Cobalt Irradiator, Radionics Laboratory, Scotch Plains, N. Jersey, USA), com taxa de dose de 20 Gy.hora<sup>-1</sup>, nas doses informadas. O percentual de umidade das sementes utilizadas era de 13%. As sementes foram postas em sacos de papel (25 sementes por saco) e levadas para a fonte de <sup>60</sup>Co, onde permaneceram pelo tempo necessário para atingir a dose de radiação estabelecida nos tratamentos. As amostras das sementes irradiadas e não irradiadas foram postas para germinar sobre papel de filtro embebido com 10 mL de uma solução salina ou água deionizada, em caixas "germbox" (25 sementes por caixa), conforme o tratamento indicado. A solução salina empregada foi preparada conforme Salisbury & Ross (1978). A germinação foi avaliada aos 5 e 14 dias após o semeio (DAS), conforme as "Regras para análise de sementes" (BRASIL, 1992).

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Radioagronomia, IPA Av. General San Martin, 1371 – Bongi – Recife – PE. Fone: (81)21227318 (palmira@ipa.br)

<sup>2</sup> Químico Farmacêutico, Doutor em agronomia, UFPE. <sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, UFRPE.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, IPA -Recife

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Até os cinco dias após o semeio, nenhuma semente germinou nos tratamentos de  $-1,2$  e  $-1,8$  MPa, indicando que o NaCl inibiu a germinação das sementes. No tratamento com 0 MPa (sem adição de sal), não houve diferença significativa entre as doses de radiação e entre as variedades, todos os tratamentos obtiveram germinação superior a 89% (Tabela 1). Aos 14 dias após o semeio, ainda nenhuma semente havia germinado sob potencial osmótico de  $-1,8$  MPa, indicando que este limite ultrapassou o limite de tolerância dessas variedades à salinidade. Dionísio-Sese & Tobita (1998); Neue et al. (1998); Cordeiro (2001) enfatizaram que o NaCl é tóxico na fase de germinação do arroz.

No tratamento sem adição de NaCl, os percentuais de germinação que já haviam sido elevados aos cinco dias após o semeio, não subiram mais (Dados não apresentados). Já sob o potencial osmótico de  $-1,2$  MPa, dos cinco aos 14 dias muitas sementes germinaram, com diferenças significativas entre variedades (Tabela 2). As variedades Metica com 88,7% de germinação e São Francisco com 78,0%, superaram as demais, que atingiram percentuais de germinação abaixo de 48,7%. As doses de radiação empregadas, bem abaixo da dose letal para o arroz (500 Gy) estipulada por Hussin et al. (2001), não tiveram efeito significativo em nenhuma variedade estudada, durante o período avaliado. Com base nesses resultados pode-se afirmar que o nível de salinidade de  $-1,2$  MPa poderá ser utilizado para diferenciar as variedades sensíveis das tolerantes à salinidade nessa fase de desenvolvimento. A ausência de diferença significativa entre as porcentagens de germinação das sementes quanto às doses de radiação aplicadas sugere que a irradiação na faixa de 120 a 360 Gy não afetou a germinação das sementes das variedades de arroz estudadas, até 14 dias após o semeio.

**CONCLUSÕES:** O potencial osmótico de  $-1,8$  MPa não deve ser utilizado em pesquisas sobre tolerância à salinidade das variedades de arroz irrigado, por impedir a germinação; o potencial osmótico de  $-1,2$  MPa pode ser utilizado por promover um efeito diferencial nestas variedades; as doses de radiação utilizadas, de 120 a 360 Gy, não interferiram na germinação das sementes de arroz.

**Tabela 1.** Germinação de sementes de arroz (cinco dias após o semeio), submetidas a diferentes doses de radiação e gama na ausência de salinidade (zero MPa).

Variedades	Doses (Gy)						Média
	0	120	180	240	300	360	
S. Francisco	98,7	98,7	96,0	92,0	96,0	100,0	<b>96,9A</b>
R. Formoso	97,3	98,7	92,0	94,7	98,7	97,3	<b>96,4A</b>
Metica	98,7	97,3	97,3	92,0	94,7	97,3	<b>96,2A</b>
Diamante	93,3	97,3	97,3	94,7	96,0	93,3	<b>95,3A</b>
Jequitibá	93,3	98,7	96,0	97,3	96,0	89,3	<b>95,1A</b>
<b>Média</b>	<b>96,3a</b>	<b>98,1a</b>	<b>95,7a</b>	<b>94,1a</b>	<b>96,3a</b>	<b>95,4a</b>	
CV (%)	9,4						

Dados transformados em arc sen raiz de % para efeito de análise de variância. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 2.** Germinação de sementes de arroz (14 dias após o semeio), submetidas a diferentes doses de radiação e postas sob potencial osmótico de  $-1,2$  MPa.

Variedades	Doses (Gy)						Média
	0	120	180	240	300	360	
S. Francisco	90,7	77,3	84,0	62,7	73,3	80,0	<b>78,0A</b>
R. Formoso	38,7	50,7	70,7	40,0	48,0	41,3	<b>48,2B</b>
Metica	88,0	90,7	86,7	89,3	88,0	89,3	<b>88,7A</b>
Diamante	29,3	56,0	65,3	65,3	40,0	22,7	<b>46,4B</b>
Jequitibá	66,7	57,3	32,0	37,3	60,0	38,7	<b>48,7B</b>
<b>Média</b>	<b>62,7a</b>	<b>66,4a</b>	<b>67,7a</b>	<b>58,9a</b>	<b>61,9a</b>	<b>54,4a</b>	
CV (%)		21,7					

Dados transformados em arc sen raiz de % para efeito de análise de variância. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. (Brasília, D.F.). **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 326 p.
- CORDEIRO, G. **Salinidade em áreas irrigadas**. In: Embrapa Semi-Árido, 2001. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/artigos/salinidade.html>>. Acesso em: 02 jul. 2001.
- DIONISIO-SESE, M.L.; TOBITA, S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. **Plant Science**, Limerick, v. 135, n. 1, p. 1-9, June 1998.
- HUSSIN, G.; HARUN, A.R.; SHAMSUDIN, S. **Study on mutagenesis of Signal grass (*Brachiaria decumbens*) by gamma irradiation**. Institut Haiwan Kluang; Malaysian Institute for Nuclear Technology Research (MINT). Disponível em: <[http://agrolink.moa.my/jph/ihk/report1999\\_2000/penyelidikan/research/ghazali1.htm](http://agrolink.moa.my/jph/ihk/report1999_2000/penyelidikan/research/ghazali1.htm)>. Acesso em: 24 de ago. 2001.
- NEUE, H.U.; QUIJANO, C.; SENADHIRA, D.; SETTER, T. Strategies for dealing with micronutrient disorders and salinity in lowland rice systems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 56, n. 1/2, p. 139-155, Mar. 1998.
- RUTGER, J.N. Applications of induced and spontaneous mutation in rice breeding and genetics. **Advance in Agronomy**, New York, v. 36, p. 383-413, 1983.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Osmosis. In: SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 2ªed. Belmont: Wadsworth, 1978. p. 18-32.
- YOKOYAMA, L.P. O arroz no Brasil no período de 1985/86 a 1999/00: aspectos conjunturais. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 96-99. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 134).
- ZENG, L.; SHANNON, M.C. Effects of salinity on grain and yield components of rice at different seeding densities. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 418-423, 2000.

## BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

SILVA H T. da<sup>1</sup>, FONSECA, J.R.<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** A preservação da variabilidade genética do arroz, avaliada, organizada e disponibilizada à comunidade científica, propicia ganhos genéticos expressivos para a cultura e para agricultura brasileira. O enriquecimento, aliado ao conhecimento e exploração da variabilidade, permite atender à demanda da pesquisa nacional. O Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão, desde 1975 introduz e conserva, *ex situ*, germoplasma de arroz cultivado e silvestre, mantendo uma Coleção Ativa em ambiente controlado (armazenamento a médio prazo); a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia é parceira na introdução, quarentena e armazenamento a longo prazo deste material genético. Para ampliar a base genética da espécie e maximizar os ganhos genéticos de seleção, é essencial acumular alelos favoráveis de populações cultivadas, silvestres e espécies afins (Singh, 2001), portanto, ações como a de organização de coleções nucleares, de coletas e

<sup>1</sup> Bióloga, Doutora em Botânica, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO; Fone: (62) 3533. 2150; [heloisa@cnpaf.embrapa.br](mailto:heloisa@cnpaf.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO; Fone: (62) 3533.2149

resgate de germoplasma são de fundamental importância para a pesquisa. Com o desenvolvimento tecnológico da cultura, a substituição das antigas variedades locais por novas, tornou-se uma prática comum nas regiões de cultivo, acarretando, muitas vezes, a perda de genótipos de interesse (Fonseca et. al., 1982). Visando minimizar esta perda, a Embrapa, ao longo dos anos, vem coletando germoplasma tradicional e pesquisando sobre a sua variabilidade através de caracterização preliminar e avaliações específicas realizadas por diferentes áreas de pesquisa. A introdução de germoplasma em câmara com ambiente controlado, a multiplicação e a disponibilização de banco de dados para utilização destas fontes importantes de genes, ampliam as opções de pesquisa.

- MATERIAL E MÉTODOS:** Para manutenção dos recursos genéticos de arroz (*Oryza sativa* L.) no Banco Ativo de Germoplasma são desenvolvidas as seguintes atividades:
- *introdução* dos acessos através da documentação de identificação (dados de passaporte)
  - *conservação*: *armazenamento* a médio prazo, em ambiente controlado (câmara fria), de 12°C e 25% UR; *multiplicação* para obtenção de sementes de alta qualidade e em quantidade suficiente para atender à Coleção de Base e à demanda dos usuários; e *regeneração* para manutenção da integridade genética da amostra;
  - *caracterização* e *avaliação*, através de descritores, visando a individualização fenotípica de cada acesso;
  - *intercâmbio* para atender às solicitações de germoplasma;
  - *utilização* e *manutenção* do banco de dados, contendo os dados de passaporte e caracterização, os quais integram o Sistema Brasileiro de Informação de Recursos Genéticos - SIBRARGEN, coordenado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia;
  - e, *coleta de germoplasma* para enriquecimento e resgate da variabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A coleção ativa de arroz é composta de 11.000 acessos registrados, dos quais, aproximadamente, 6600 são nacionais e 4500 do exterior; dentre os nacionais, 43% é representado por germoplasma tradicional, oriundo de coletas em diversas regiões produtoras do país (Figura 1). A coleção é constituída de variedades, linhagens e variedades regionais ou germoplasma tradicional.

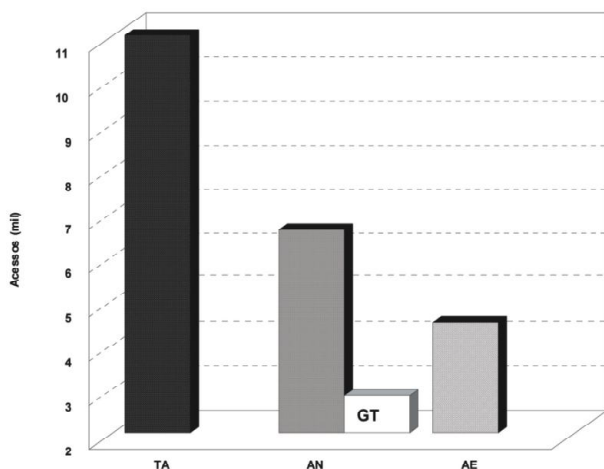


Fig. 1. Coleção ativa de germoplasma de arroz: TA- total de acessos; NA-

No manejo de bancos de germoplasma, a caracterização e avaliação constituem atividades prioritárias, pois permitem a compreensão da variabilidade existente na coleção. Esta atividade com o germoplasma de arroz, iniciou-se em 1982; atualmente,

é feita uma caracterização preliminar através de descritores morfológicos e agrônômicos considerados “descritores mínimos”, utilizados para caracterizar cada acesso: emergência, floração inicial e média, pubescência e ângulo da folha bandeira, exercício e tipo da panícula, presença de arista, presença e cor do ápulo, cor e pubescência das glumelas, classe do grão e ciclo cultural (Fonseca et al., 2001). Do total das introduções do BAG, 48% do germoplasma está caracterizado, se não em todas, pelo menos em algumas características.

A FAO sugere a expansão das atividades de caracterização e avaliação e o aumento do número de coleções nucleares, ações estas diretamente associadas ao melhor uso dos recursos genéticos. Em 2002, foi organizada a Coleção Nuclear de Arroz que representa 5,6% da coleção total, e é composta de 12,8% de variedades tradicionais brasileiras, 2,7% de acessos melhorados e 3,7% de introduções e linhagens diversas, sendo 53% acessos de grão longo, 4,5% longo fino, 27% médio e 15,5% grãos curtos. Esta coleção vem sendo intensamente avaliada quanto a características agrônômicas e de qualidade de grão, além de testes de cocção, quantificação do teor protéico e caracterização molecular com marcadores microssatélites. O conjunto destas informações, além de orientar a adição de acessos que venham enriquecer a variabilidade genética da Coleção, permitirá que o programa de melhoramento genético do arroz amplie a base genética das novas linhagens e cultivares comerciais.

Para o enriquecimento dos recursos genéticos em relação a espécies e formas silvestres de arroz, foram introduzidas as espécies: *O. glaberrima* Steud., *O. officinalis* Wall ex Watt, *O. breviligulata* A Chev. et Roehr, *O. punctata* Kotschy ex Steud., *O. rufipogon* Griff. e *O. perennis* Moench.; e, *O. glumaepatula*, *O. latifolia* Desv., *O. alta* e *O. grandiglumis* (Doell.) Prod., coletadas na bacia amazônica, pantanal matogrossense e Norte de Goiás. A espécie *O. glumaepatula* tem sido utilizada com êxito no programa de melhoramento através da sua utilização como doadora de alelos de genes relacionados á expressão de características agrônômicas importantes como, produção, vigor e qualidade de grão.

O programa de coletas desenvolvido nas regiões produtoras do país, desde 1979, além de minimizar a perda de gen tipos regionais, muito tem contribuído para o enriquecimento da coleção de arroz. Embora tenham sido realizadas expedições em todas as regiões, o maior número de amostras coletadas origina-se do Nordeste (Figura 2).

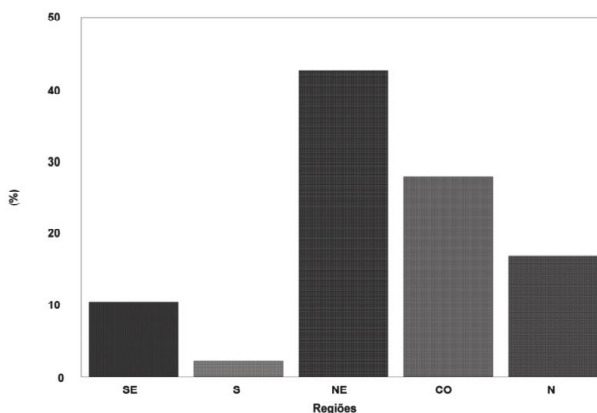


Fig. 2. Frequência das amostras de germoplasma de arroz coletado em diferentes regiões do Brasil: SE- Sudeste ; .S- Sul; NE- Nordeste; CO- Centro Oeste; N- Norte.

**CONCLUSÕES:** A importância do uso do germoplasma conservado reflete-se no número de amostras de arroz e feijão distribuído pelo Banco Ativo de Germoplasma, aproximadamente, 29.220 amostras, no período de 1975 a 2005, evidenciando a importância da conservação, caracterização e aproveitamento das coleções ativas de germoplasma pela comunidade científica, em benefício da sociedade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J.R.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O P. de; MATTOS, T.; BEHNEK, B.A.; GIANLUPPI, V. Coleta de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e algumas considerações sobre sistemas de produção no Estado de Minas Gerais, Território de Roraima e Estado do Espírito Santo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982.19p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 3).

FONSECA, J.R.; SILVA, H.T. da; FREIRE, M.S.; FREIRE, A.B. Caracterização e a avaliação de germoplasma de arroz e feijão na Embrapa. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – SIRGEALC, III., Londrina, PR., 2001. Recursos Genéticos: conservar para a vida. Anais. Londrina: IAPAR, 2001. p. 298-300.

SINGH, S.P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: Review. Crop Science, Madison, Vol. 41, nº6, p. 1659-1675, 2001.

## CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE LINHAGENS E CULTIVARES DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DO ARROZ POR MARCADORES SSR

BORBA <sup>1</sup>, T.C.O., BRONDANI <sup>2</sup>, C., BRONDANI <sup>3</sup>R.P.V., RANGEL, P.H.N. <sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** A Coleção Nuclear Brasileira do Arroz (CNBA) possui 550 acessos divididos em três grupos: variedades tradicionais, genótipos melhorados no exterior, obtidos pelo intercâmbio de germoplasma, e genótipos melhorados brasileiros. A importância da CNBA reside no fato de representar, em um número reduzido de genótipos, grande parte da variabilidade genética existente no Banco de Germoplasma da Embrapa, que possui aproximadamente 12.000 acessos de arroz. A caracterização da CNBA foi realizada através de marcadores moleculares e através da tomada de dados fenotípicos. A caracterização molecular dos acessos componentes da CNBA visou o fornecimento de informações precisas para auxiliar os melhoristas na escolha dos genótipos como genitores dos programas de pré-melhoramento e melhoramento. Para a caracterização molecular, utilizaram-se marcadores do tipo SSR (*Simple Sequence Repeats*). Esta classe de marcadores é considerada ideal à caracterização molecular de recursos genéticos, já que são marcadores codominantes, abundantes, multialélicos e altamente polimórficos. O objetivo deste trabalho foi determinar a variabilidade genética dos acessos que representam o pool gênico cultivado da CNBA, composto por linhagens e cultivares oriundas de programas de melhoramento genético do Brasil e exterior, por meio de marcadores SSR.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram avaliados neste trabalho 242 acessos representativos do pool gênico cultivado do arroz, divididos em duas classes: a) Genótipos melhorados brasileiros, com 94 acessos, e b) Genótipos oriundos de programas de melhoramento de outros países, com 148 acessos. Cada grupo possui acessos dos tipos de cultivo

<sup>1</sup> Estudante de doutorado em Agronomia - UFG, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332128. oliveiraborba@yahoo.com.br.

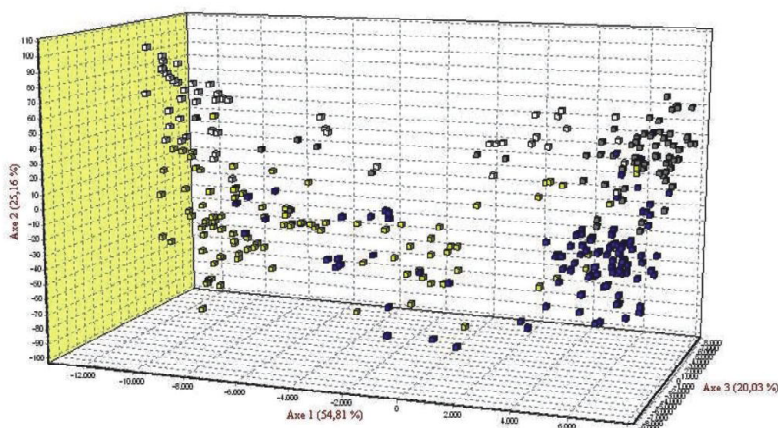
<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Molecular, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup> Bióloga, Doutora em Biologia Molecular., Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

irrigado e de terras altas. As extrações de DNA genômico foram realizadas segundo protocolo descrito por Brondani et al. (1998) e cada acesso foi representado por um *bulk* de quatro plantas. A caracterização molecular foi realizada com 70 marcadores SSR fluorescentes, disponíveis na literatura. Estes marcadores foram avaliados em 29 painéis multiplexes em seqüenciador automático de DNA, modelo ABI 3100. A escolha destes marcadores foi realizada em função da qualidade dos produtos amplificados, de sua localização no genoma e de seus valores de PIC (*Polymorphism Information Content*). As análises realizadas utilizaram os seguintes *softwares*, GDA (*Genetic Data Analysis*, Lewis & Zaykin, 2002) para a identificação de alelos privados e para a determinação do PIC de cada marcador, FSTAT (Goudet, 2001) para a construção de uma matriz de frequências alélicas, Identity (Horst & Kristina, 1999) para a determinação dos acessos com gen tipos idênticos e determinação da probabilidade de identidade, Genetix (Belkhir et al., 2001) para a visualização da distribuição espacial da variabilidade genética, e NTSYS (Rohlf, 1989), para a determinação da distância genética média de Rogers modificada por Wrigth (RW) (Wright, 1978).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O número de alelos identificados variou de 4 (RM484) a 30 (RM204), com uma média de 15,3 alelos/loco. Foram identificados 143 alelos privados, e o acesso que mais apresentou alelos diferenciados foi o BASMATI 370, com nove. Dentre os marcadores, os que identificaram um maior número de indivíduos com alelos privados foram o RM204 e o RM252, cada um com nove. Os valores de PIC variaram de 0,19 (OG99) a 0,91 (OG106 e RM257), com uma média de 0,7. Jain et al. (2004) e Lu et al. (2005), avaliando diferentes fontes de germoplasma de arroz com marcadores microsatélites, encontraram um número médio de alelos/loco de sete, metade do valor encontrado neste trabalho. Estes mesmos autores encontraram valores de PIC médio de 0,6 e 0,46, respectivamente. A obtenção de valores superiores, por meio do *set* de 70 marcadores, indica que o germoplasma avaliado neste trabalho possui maior variabilidade. Utilizando um *set* de 25 marcadores SSR, dois acessos foram identificados como duplicatas dentro da coleção (YN906UUL65 e IRAT142) (Borba et al., 2005). Porém, quando avaliados com o *set* de 70 marcadores, foram encontradas diferenças genéticas entre estes gen tipos. Neste caso a avaliação molecular se tornou mais robusta na medida em que mais regiões genômicas foram avaliadas. A comparação dos valores encontrados para a probabilidade de identidade entre o *set* de 25 marcadores utilizado por Borba et al. (2005) com o *set* de 70 marcadores corrobora tal conclusão. Para o primeiro *set* de marcadores, o valor obtido para a probabilidade de se encontrar dois indivíduos iguais devido ao acaso foi de  $1,55 \times 10^{-28}$ , enquanto que para o segundo *set* este valor foi  $3,01 \times 10^{-47}$ . A distância genética média RW foi de 0,84 para o grupo Introduzido com tipo de cultivo irrigado, 0,77 para o grupo Introduzido com tipo de cultivo de terras altas, 0,75 para o grupo Melhorado com tipo de cultivo irrigado e 0,73 para o grupo Melhorado com tipo de cultivo de terras altas. Confrontando-se os valores de distância genética média com a distribuição espacial da variabilidade genética dos grupos formados pela análise fatorial de correspondência (Figura 1), percebe-se que os dados se complementam, pois o grupo com maior distância genética média (Grupo Introduzido com tipo de cultivo irrigado) é o que apresenta maior distribuição espacial. Nesta análise, observa-se claramente a formação de quatro grupos distintos de gen tipos, correspondentes aos grupos melhorados de terras altas e irrigados, e grupos introduzidos de terras altas e irrigados. A menor variabilidade genética encontrada nos grupos melhorados brasileiros irrigado e de terras altas em relação aos grupos melhorados introduzidos indica que estes podem ser utilizados como genitores em cruzamentos para a ampliação da base genética de linhagens e cultivares elite brasileiras de arroz. de Gen tipos Melhorados Brasileiros com tipo de cultivo irrigado (cor branca), Gen tipos Melhorados Brasileiros com tipo de cultivo de terras altas (cor cinza), Gen tipos Introduzidos com tipo de cultivo irrigado (cor amarela) e Gen tipos Introduzidos com tipo de cultivo de terras altas (cor azul).



**Fig. 1.** Distribuição espacial da variabilidade dos acessos componentes dos grupos de Genótipos Melhorados Brasileiros com tipo de cultivo irrigado (cor branca), Genótipos Melhorados Brasileiros com tipo de cultivo de terras altas (cor cinza), Genótipos Introduzidos com tipo de cultivo irrigado (cor amarela) e Genótipos Introduzidos com tipo de cultivo de terras altas (cor azul).

**CONCLUSÕES:** A caracterização molecular dos grupos de gen tipos cultivados da CNBA permitiu avaliar com alto grau de detalhamento o nível da variabilidade genética existente nos diferentes grupos de gen tipos. Esta análise permitiu identificar acessos mais divergentes geneticamente, pertencentes às classes de gen tipos constituídas por linhagens e cultivares introduzidas, que serão utilizados como fonte de variabilidade genética para a ampliação da base genética do arroz melhorado brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELKHIR, K.; BORSA, P.; CHIKHI, L.; RAUFASTE, N.; BONHOMME, F. **GENETIX**. Université de Montpellier Version 4.05.2. 2001. Disponível em: <http://www.univ-montp2.fr/~genetix/genetix/genetix.htm>. Acesso em :05 mai 2004.
- BORBA, T. C. O. ; BRONDANI, R. V. ; RANGEL, P. H. N. ; BRONDANI, C. Evaluation of the number and information content of fluorescent-labeled SSR markers for rice germplasm characterization. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. n.5, v.2, p.157-165, 2005.
- BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theoretical and Applied Genetics**, v.97, p.816-827, 1998.
- GOUDET, J. **FSTAT**. Version 2.9.3.2. Disponível em: <http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>. Acesso em 05 fev 2002.
- HORST, W. W.; KRISTINA, M. **IDENTITY 1.0**. Center for Applied Genetics, University of Agricultural Sciences Vienna,1999.
- JAIN, S.; JAIN, R. K.; McCOUCH, S. R. Genetic analysis of Indian aromatic and quality rice (*Oryza sativa* L.) germplasm using panels of fluorescently-labeled microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 109, p. 965–977, 2004.
- LEWIS, P. O.; ZAYKIN, D. **Genetic Data Analysis: Computer program for the analysis of allelic data**. Version 1.0 (d16c). Disponível em: <http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>. Acesso em 21 nov 2001.



LU, B. R.; ZHENG, K. L.; QIAN, H. R.; ZHUANG, J. Y. Genetic differentiation of wild relatives of rice as assessed by RFLP analysis. **Theoretical Applied Genetics**. v.106, p. 101-106, 2002.

ROHLF, F. J. **NTSYSpc**. Version 2.02g. 1989.

WRIGHT, S. Evolution and the genetics of populations. **Variability within and among natural populations**. Chicago, U. Chicago Press, 1978. v.4.

## **CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA E MOLECULAR DE LINHAGENS DE ARROZ CONTENDO FRAGMENTOS GENÔMICOS DA ESPÉCIE SILVESTRE *Oryza glumaepatula*.**

RANGEL<sup>1</sup>, P. N.; BRONDANI<sup>2</sup>, R. P. V.; BRONDANI<sup>3</sup>, C.; RANGEL<sup>4</sup>, P. H. N.

**INTRODUÇÃO:** A redução da variabilidade genética das variedades de arroz tem como principal consequência a redução dos ganhos genéticos. Por isso, um dos objetivos dos programas de melhoramento modernos de arroz tem sido a recuperação da diversidade perdida através da busca por alelos favoráveis em parentes silvestres (Gur e Zamir, 2004). O método de retrocruzamento avançado associado à análise de QTL (AB-QTL – Advanced Backcross QTL analysis) ( Tanksley e Nelson, 1996) é uma ferramenta poderosa para a exploração e uso de espécies silvestres em programas de melhoramento. Este método integra a análise de QTL à introgressão de alelos do germoplasma silvestre para o cultivado, assumindo que regiões do genoma ligadas a marcadores moleculares e associadas a características de interesse agrônomo podem ser transferidas para cultivares elite (Frary et al., 2004). Dessa forma, é possível monitorar a introgressão destes alelos e selecionar, utilizando marcadores moleculares, aqueles gen tipos que possuem as regiões de interesse. Ao final, após algumas gerações de autofecundação, as linhagens de introgressão são obtidas e podem ser testadas no campo (Frary et al., 2004). O objetivo deste trabalho foi caracterizar 35 linhagens do programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão, que foram desenvolvidas, através da metodologia de AB-QTL, a partir de um cruzamento interespecífico utilizando a espécie silvestre *Oryza glumaepatula*.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O desenvolvimento das linhagens seguiu o método de AB-QTL utilizando como parental recorrente a linhagem BG90-2 (*Oryza sativa*) e como parental doador o acesso RS-16 (*Oryza glumaepatula*). Foram realizados dois retrocruzamentos seguidos por oito gerações de autofecundação (Rangel et al., 2005). Os marcadores moleculares associados às características peso de 1000 grãos, número de perfilhos e número de panículas (Brondani et al., 2002) foram utilizados para a seleção assistida de 272 famílias RC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, das quais 27 foram selecionadas por conterem alelos favoráveis na região dos locos marcadores. Além disso, 8 famílias que apresentaram segregação transgressiva também foram selecionadas. As 35 linhagens RC<sub>2</sub>F<sub>8</sub> obtidas foram avaliadas no campo, juntamente com três testemunhas (BG90-2, Metica 1, CNA8502), em ensaio conduzido no ano agrícola 2002/03 em três locais: Goianira - Goiás, Formoso do Araguaia - Tocantins e Boa Vista - Roraima. Foram coletados dados no cultivo principal (floração média, altura de planta, número de perfilhos e panículas por m<sup>2</sup> e produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>) e na rebrota (número de perfilhos/panículas na mesma área de amostragem do cultivo principal e produtividade de grãos em kg/ha, obtidos apenas em Goiás e Roraima). Em 2003/04 as quinze linhagens que mais se destacaram no ensaio de 2002/03 foram

<sup>1</sup> Estudante de doutorado. Embrapa Arroz e Feijão. Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332128. rangelpriscila@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Bióloga. Doutora em Biologia Molecular. Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo. Doutor em Biologia Molecular. Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>4</sup> Engenheiro agrônomo. Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Embrapa Arroz e Feijão.

avaliadas em cinco locais (Goianira -Goiás, Formoso do Araguaia - Tocantins, Boa Vista - Roraima, Itajaí - Santa Catarina e Alegrete - Rio Grande do Sul) com quatro testemunhas (BG90-2, BRS Formoso, Metica e IRGA 417). Foram coletados dados de produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>, floração média e altura de planta. Folhas frescas de 10 plantas de cada uma das 35 linhagens foram coletadas, sendo o DNA extraído em bulk. Para a caracterização molecular foram utilizados 80 marcadores microssatélites. Destes, 67 foram marcados com fluorescência e analisados em sequenciador automático de DNA ABI 3100 (*Applied Biosystems*). Os marcadores fluorescentes foram reunidos em painéis contendo de 2 a 7 marcadores de acordo com a sua cor (azul ou verde) e amplitude alélica. A genotipagem foi realizada utilizando o software GeneMapper 2.5 (*Applied Biosystems*). Os produtos de PCR derivados dos marcadores não fluorescentes foram visualizados em géis desnaturantes de poli(acrilamida 6% corados com nitrato de prata. O software GGT (van Berloo, 1999) foi utilizado para estimar a proporção do genoma parental em cada linhagem e para a construção dos gen tipos gráficos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A produtividade média dos três ensaios conduzidos em 2002/03 foi de 5885 kg/ha, sendo que a maior foi obtida no ensaio de Goiás (8010 kg/ha) e a menor no ensaio de Tocantins (4122 kg/ha). As linhagens CNAi 9937, CNAi 9931, CNAi 9934, CNAi 9930 e CNAi 9936 foram as mais produtivas no cultivo principal com 7398 kg ha<sup>-1</sup>, 7338 kg ha<sup>-1</sup>, 7135 kg ha<sup>-1</sup>, 6998 kg ha<sup>-1</sup> e 6836 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, porém não diferiram significativamente das testemunhas BG90-2 e Metica 1. Considerando apenas os ensaios de Goiás e Roraima, a produtividade média dos dois locais no cultivo principal foi de 6767 kg/ha, sendo que as linhagens citadas acima mais a CNAi 9935 apresentaram produtividade média superior a 7500 kg ha<sup>-1</sup> e foram diferentes significativamente da Metica 1. Todas as linhagens apresentaram arquitetura de planta moderna com altura em torno de 100 cm, alta resistência ao acamamento e folhas eretas que se mantiveram verdes até a maturação dos grãos, característica esta de grande importância por estar relacionada com alta produtividade em arroz irrigado. A utilização da soca pode ser uma alternativa para aumentar a rentabilidade das lavouras de arroz irrigado do Brasil a um baixo custo. As linhagens de introgressão, além do elevado vigor de plântula, apresentaram alta capacidade de rebrota viabilizando o aproveitamento da soca. As linhagens CNAi 9935 e CNAi 9936 apresentaram produtividade média de grãos na rebrota de 2627 kg/ha e 2688 kg/ha, respectivamente, o que correspondeu a 34% e 35% da produtividade obtida no cultivo principal. No ensaio realizado em 2003/04 verificou-se que as quinze linhagens que se destacaram em 2002/03 mantiveram o seu desempenho, apresentaram elevada produtividade nos locais de avaliação e foram diferentes significativamente das testemunhas. A Tabela 1 mostra os dados de produtividade de grãos das linhagens comuns aos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04. Nos ensaios de Santa Catarina e Rio Grande do Sul as linhagens CNAi 9931, CNAi 9934, CNAi 9937 e CNAi 9930 foram significativamente superiores à testemunha Metica 1. Na média dos oito ambientes de avaliação, seis linhagens, CNAi 9931, CNAi 9934, CNAi 9937, CNAi 9930, CNAi 9936 e a CNAi 9935, mantiveram-se como as mais produtivas e superaram significativamente a testemunha Metica 1. A caracterização molecular detectou um total de 246 fragmentos de *O. glumaepatula* introgridos em todas as 35 linhagens. O tamanho médio destes fragmentos variou de 2,5 cM (cromossomo 11) a 38,9 cM (cromossomo 1), sendo que o tamanho total médio foi de 181,9 cM. A proporção de introgressão média foi de 10,9%, variando de 2,4% (CNAi 9932) a 24,8% (CNAi 9920-78). As linhagens que mais se destacaram nas avaliações fenotípicas (CNAi 9930, CNAi 9931, CNAi 9934, CNAi 9935, CNAi 9936 e CNAi 9937) apresentaram proporções de introgressão de 5,7%, 4,9%, 5,4%, 8,2%, 8,3% e 10,1%, respectivamente, indicando que fragmentos menores produzem melhores efeitos no background genético do arroz cultivado, provavelmente pela diminuição da *linkage drag*. As linhagens de introgressão provavelmente são importante reservatório de alelos que não existem no "pool" gênico do arroz cultivado e as informações obtidas neste trabalho serão úteis para seu uso pelos melhoristas do programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão. A linhagem CNAi

9930, por ter apresentado alta produtividade e grãos com qualidade comercial, está sendo avaliada e o seu uso para cultivo, especialmente por pequenos agricultores, deverá ser recomendado. Estes agricultores terão nela a possibilidade de potencializar a sua produção através do cultivo da rebrota.

**Tabela 1.** Dados de produtividade média de grãos (PROD) por local, em kg ha<sup>-1</sup>, das linhagens de introgressão comuns nos ensaios conduzidos nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04 em Goiás (GO1 e GO2), Tocantins (TO1 e TO2), Roraima (RR1 e RR2), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS).

LINHAGENS	PROD	GO1	TO1	RR1	GO2	SC	TO2	RS	RR2
CNAi 9931	8303 a	8303 a	5919 a	6804 a	6836 a	8586 a	6747 a	11722 a	10517 a
CNAi 9934	8267 a	9135 a	5439 a	6830 a	7000 a	7772 b	7548 a	12131 a	10277 a
CNAi 9937	8018 a	9063 a	6051 a	7080 a	6461 b	7921 b	6558 a	9949 b	11063 a
CNAi 9930	7983 a	9083 a	4752 a	7159 a	7586 a	8295 a	6371 a	10973 a	9644 a
BG 90-2	7907 a	8781 a	4878 a	6607 a	7941 a	7750 b	6380 a	10357 b	10561 a
CNAi 9936	7837 a	8365 b	5313 a	6830 a	7383 a	7847 b	7077 a	10003 b	9879 a
CNAi 9935	7811 a	9031 a	4115 a	6568 a	7278 a	7817 b	6919 a	10247 b	10511 a
CNAi 9924-117	7317 b	8458 a	5197 a	6174 a	6464 b	7643 b	5359 b	10389 b	8856 b
CNAi 9933	7144 b	8271 b	4546 a	6449 a	7109 a	7528 b	5820 b	8308 c	9121 b
CNAi 9924-105	6936 b	8885 a	5053 a	4965 b	7158 a	6300 c	5165 b	9489 b	8475 b
CNAi 9932	6864 b	7667 b	4327 a	6200 a	5556 b	6899 c	5820 b	9397 b	9048 b
METICA 1	6820 b	8802 a	5439 a	5845 b	6714 a	5244 d	5854 b	6833 c	9829 a
CNAi 9920-82	6799 b	7375 b	4526 a	5518 b	6020 b	6787 c	5523 b	9774 b	8869 b
CNAi 9924-85	6651 b	8010 b	4239 a	6174 a	7352 a	5726 d	4580 c	8901 c	8225 b
CNAi 9924-92	6572 b	8146 b	4096 a	5753 b	6158 b	5349 d	5017 b	9714 b	8343 b
CNAi 9920-88	6355 c	7750 b	3124 a	5162 b	5625 b	6640 c	5751 b	8349 c	8442 b
CNAi 9924-3	5945 c	7531 b	4422 a	4170 b	6069 b	5925 d	3973 c	8124 c	7343 b
Média	7353	8450	4790	6135	6748	7060	5909	9782	9353

**CONCLUSÃO:** A caracterização agrônômica e molecular das linhagens de introgressão forneceu informações úteis para a sua utilização pelos programas de melhoramento de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N.; FERREIRA, M. E. QTL mapping and introgression of yield related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics** . v. 104, p. 1192-1203, 2002.
- FRARY, A.; FULTON, T. M.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S. D. Advanced backcross QTL analysis of a *Lycopersicon esculentum* x *L. pennellii* cross and identification of possible orthologs in the Solanaceae. **Theoretical and Applied Genetics** . v. 108, p. 485-496, 2004.
- GUR, A.; ZAMIR, D.; Unused natural variation can lift yield barriers in plant breeding. **PLOS Biology**. v. 2, p. 1610-1615, 2004.
- RANGEL, P. H.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. N.; BRONDANI, R. P. V.; ZIMMERMANN, F. J. P. Development of rice lines with gene introgression from the wild *Oryza glumaepatula* by the AB-QTL methodology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 5, p. 10-21, 2005.
- TANKSLEY, S. D.; NELSON, J. C. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 92, p. 191-203, 1996.
- VAN BERLOO, R. GGT: software for the display of graphical genotypes. **Journal of Heredity**. v. 90, p. 328-329, 1999.

## VARIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CICLOS DA POPULAÇÃO DE SELEÇÃO RECORRENTE CNA-IRAT 4 POR MARCADORES SSR

PINHEIRO<sup>1</sup>, L. S., BRUNES<sup>2</sup>, T. O., BRONDANI<sup>3</sup>, R. P. V., RANGEL<sup>4</sup>, P. H. N., BRONDANI<sup>3</sup>, C.

**INTRODUÇÃO:** A produção do arroz duplicou entre 1966 e 1990, e uma das razões foi o lançamento de cultivares altamente produtivas. Contudo, o uso de gen tipos elite nos programas de melhoramento reduziu a variabilidade genética disponível para a seleção. Esta redução da variabilidade genética tem sido apontada como a principal causa do platô de produtividade alcançado em muitos países, em adição ao aumento da suscetibilidade a doenças e insetos. A estagnação da produtividade ocorre juntamente com um cenário futuro que inclui o aumento da população, a redução da área agricultável devido a degradação dos recursos naturais e o aumento da urbanização. É necessário, portanto, ampliar a base genética de linhagens de arroz que possuam maior produtividade e estabilidade da produção, a qual permitirá o surgimento de novas combinações alélicas favoráveis, obtidas a partir da seleção genética em programas de melhoramento. Um dos métodos de melhoramento populacional que possibilita, de modo sistemático, a geração e seleção destas combinações favoráveis, é a seleção recorrente, descrita por Hull (1945), como o intercruzamento e re-seleção das melhores famílias, geração após geração, melhorando a média populacional e produzindo linhagens melhoradas com base genética ampla. O programa de seleção recorrente em arroz no Brasil iniciou em 1990, com a formação da população CNA-IRAT 4, obtida a partir do intercruzamento de 10 gen tipos de arroz, dentre eles a cultivar IR-36, portadora do gene da macho-esterilidade, o qual permite a recombinação a campo, sem a necessidade de cruzamentos manuais. SCS BRS 113 - Tio Taka, a primeira cultivar de arroz lançada a nível mundial oriunda de um programa de seleção recorrente, foi extraída do Ciclo 2 de recombinação da CNA-IRAT 4. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar por marcadores SSR (Simple Sequence Repeats) os genitores e amostra dos indivíduos do Ciclo 1 e Ciclo 5, com a finalidade de determinar o nível de variabilidade genética presente nos diferentes ciclos da população CNA-IRAT 4.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Neste estudo foram avaliados os 10 genitores que originaram a população CNA-IRAT 4 (BG 90-2, CNA 7, CNA 3815, CNA 3848, CNA 3887, Colômbia 1, Eloni, Nanicão, UPR 103 e IR-36), 96 indivíduos do Ciclo 1 e 96 indivíduos do Ciclo 5 desta mesma população. Foram utilizados 14 marcadores SSR para a caracterização dos gen tipos, escolhidos com base no seu alto conteúdo informativo, bom padrão de resolução em gel de acrilamida, e por representarem os 12 grupos cromossomos do arroz (Tabela 1). A eletroforese dos produtos de amplificação dos marcadores SSR foi realizada em géis de acrilamida desnaturante 6% coradas com nitrato de prata. Foram estimados o número de alelos, PIC (Polymorphism Information Content) e alelos privados pelo programa GDA. A distribuição espacial dos gen tipos avaliados foi obtida com a análise fatorial de correspondência utilizando o programa Genetix.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise dos 10 genitores com 14 marcadores SSR identificou em média 5 alelos por loco, variando de 3 alelos (RM223 e 4653) a 8 alelos (OG17); e PIC médio de 0,69, variando de 0,36 (RM223) a 0,91 (OG17) (Tabela 1). No Ciclo 1 foram encontrados em média 4,43 alelos por loco e PIC médio = 0,57, e no Ciclo 5, foram identificados 4,71 alelos por loco e PIC médio = 0,54.

Observa-se que o número médio de alelos por loco sofreu pouca alteração entre os genitores, indivíduos do Ciclo 1 e indivíduos do Ciclo 5. Contudo, este resultado deveu-se

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado na UFG em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332128. let@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Estudante de Biologia da UCG, Universidade Católica de Goiás. Goiânia - GO.

<sup>3</sup>Pesquisadora Doutora em Biologia Molecular, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Molecular, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

à não detecção de alelos que estavam presentes nos pais mas não apareciam nos 96 indivíduos dos Ciclos 1 e 5, e ao surgimento de alelos que não foram detectados nos genitores, e que foram detectados nos indivíduos dos Ciclos 1 e 5. Dos 70 alelos totais detectados nos genitores, 45 alelos (64%) permaneceram no Ciclo 1 e 42 (60%) permaneceram no Ciclo 5. Ao todo foram observados 62 alelos no Ciclo 1, sendo 17 destes não identificados nos genitores. No Ciclo 5 detectou-se um total de 66 alelos, sendo 24 alelos destes não identificados nos genitores. Os locos RM223, RM229 e RM247 não apresentaram alelos ausentes nos genitores em ambos os ciclos. O loco 4653 no Ciclo 1 apresentou 4 alelos ausentes nos genitores, de um total de 5. Para o Ciclo 5 este número foi de 2 alelos ausentes para um total de 3 alelos (Tabela 1).

Os alelos ausentes nos genitores e presentes nos Ciclos 1 e 5 surgiram devido à utilização do gene da macho-esterilidade para a recombinação entre gen tipos, o qual possibilita que ocorra a fecundação por *p* len oriundo de outros gen tipos plantados em áreas adjacentes à população CNA-IRAT 4. Também foi observado o aparecimento de 4 alelos dos genitores que não estavam presentes no Ciclo 1 mas que reapareceram no Ciclo 5, o que equivale a apenas 5,71% dos alelos dos genitores, e indica que a amostragem de 96 indivíduos por ciclo de seleção recorrente é adequada para inferir a variação na frequência alélica entre os diferentes ciclos.

O PIC médio teve comportamento diferente da média de alelos, pois a partir dos genitores, os valores foram decrescentes até o Ciclo 5. Para três marcadores SSR (RM223, 4653 e RM257), o PIC do Ciclo 1 foi superior ao PIC dos genitores. No Ciclo 5, o PIC dos marcadores RM223 e 4653 voltou ao nível dos genitores sendo que o marcador RM257 apresentou PIC ligeiramente superior ao dos genitores. O PIC do RM207 no Ciclo 5 foi superior em relação aos genitores e ao Ciclo 1.

Considerando o conjunto de marcadores, os valores de PIC ficaram praticamente inalterados entre os Ciclos 1 e 5 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de Alelos e valores de PIC por loco para os genitores e cada ciclo de Seleção Recorrente da população CNA IRAT-4. Valores entre parênteses: Número de alelos ausentes nos genitores e presentes nos Ciclos 1 e 5.

SSR	Número de Alelos			PIC ( $1 - \Sigma p_i^2$ )		
	Genitores	Ciclo 1	Ciclo 5	Genitores	Ciclo 1	Ciclo 5
OG7	4	2	3	0,51	0,38	0,35
OG17	8	6 (2)	4 (1)	0,91	0,64	0,43
OG61	6	4	8 (4)	0,86	0,58	0,56
OG106	6	6 (2)	5	0,80	0,68	0,77
RM9	5	5 (1)	6 (3)	0,78	0,59	0,71
RM11	5	4 (1)	5 (2)	0,63	0,50	0,56
RM38	4	2	5 (2)	0,50	0,15	0,25
RM207	6	8 (3)	7 (4)	0,74	0,70	0,80
RM223	3	3	3	0,36	0,43	0,30
RM224	6	7 (2)	7 (2)	0,84	0,80	0,73
RM229	4	3	2	0,74	0,57	0,35
RM257	5	4 (2)	6 (4)	0,72	0,73	0,74
4653	3	5 (4)	3 (2)	0,61	0,70	0,54
RM247	5	3	2	0,72	0,51	0,47
Total	70	62	66	-	-	-
MÉDIA	5	4,43	4,71	0,69	0,57	0,54

A Análise Fatorial de Correspondência apresentou o grupo de genitores bem distribuídos espacialmente. BG 90-2, CNA3815 e CNA3848 estiveram pr ximos entre si e pr ximos dos indivíduos dos Ciclos 1 e 5, indicando uma tendência de viés em relação a estes genitores, causado provavelmente pela maior capacidade de combinação destes genitores em relação aos demais genitores (Figura 1). Os indivíduos do Ciclo 1 formaram um grupo

distinto dos indivíduos do Ciclo 5, os quais apresentaram maior dispersão espacial que aqueles do Ciclo 1, justamente o contrário do que era esperado. A redução da variabilidade genética em populações de seleção recorrente é esperada porque uma vez que são selecionados, após cada ciclo de recombinação, os genótipos que possuem as melhores combinações de alelos, este é um processo que envolve a perda ou redução da frequência de alelos desfavoráveis. Em contrapartida, espera-se que haja um conseqüente aumento do valor fenotípico das características agrônomicas após a seleção genética em cada ciclo. Apesar da maioria dos marcadores SSR não estarem associados a genes, e com isto serem considerados neutros, existe a probabilidade de estarem ligados a genes responsáveis pela característica sob seleção. Este é um caso bastante frequente em espécies autógamas, como o arroz, onde existe forte desequilíbrio de ligação (Ford-Lloyd et al. 1997). Contudo, a maior dispersão observada nos indivíduos do Ciclo 5 foi devida provavelmente a dois fatores: o efeito da recombinação dos alelos, que aumenta à medida que avançam os ciclos de seleção recorrente, e à adição de 24 alelos ausentes nos genitores.

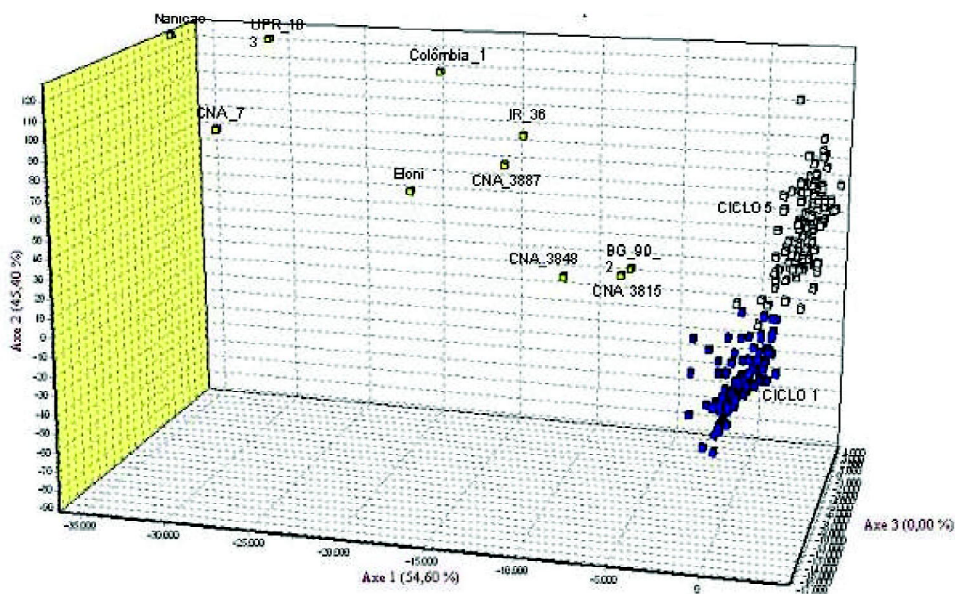


Fig. 1. Distribuição espacial da variabilidade genética dos genitores (amarelo) e indivíduos dos Ciclos 1 (branco) e 5 (azul) da população de Seleção Recorrente CNA-IRAT 4.

**CONCLUSÕES:** Apenas um ciclo de recombinação e seleção garantiu o surgimento de genótipos distintos da maioria dos genitores, e após cinco ciclos de recombinação e seleção, os indivíduos apresentaram maior distância genética entre si, provavelmente devido às sucessivas recombinações e ao acúmulo de alelos ausentes nos genitores, oriundos de fertilização por genótipos de arroz plantados em áreas adjacentes à população CNA-IRAT 4.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ford-Lloyd, B.V. ; Jackson, M.T.; Newbury, H.J. Molecular markers and the management of genetic resources in seed genebanks: a case study of rice. In: Callow JA, Ford-Lloyd BV and Newbury HJ (eds.) **Biotechnology and plant genetic resources – conservation and use**. CAB, Wallingford, p. 103-118, 1997.

HULL, F.H. Recurrent selection and specific combining ability in corn. **Journal American Society of Agronomy**, v.37, p.137-145, 1945.

## CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DO ARROZ

BRONDANI<sup>1</sup>, C., RANGEL<sup>1</sup>, P.H.N., BRONDANI<sup>1</sup>, R.P.V., BORBA<sup>2</sup>, T.C.O., MENDONÇA<sup>3</sup>, J.A., NETO<sup>4</sup>, F.M., FRANCO<sup>5</sup>, D.F., BASSINELLO<sup>1</sup>, P.Z., UTUMI<sup>6</sup>, M.M., PEREIRA<sup>7</sup>, J.A., CORDEIRO<sup>8</sup>, A.C.C., FONSECA<sup>1</sup>, J.R.

**INTRODUÇÃO:** Um grupo restrito de gen tipos geneticamente semelhantes vem sendo utilizado como genitores do programa de melhoramento genético do arroz, apesar da extensa variabilidade genética disponível nos acessos armazenados no Banco Ativo de Germoplasma. Esta é a principal causa apontada para a estagnação do ganho genético em produção, em torno de 1% ao ano, das cultivares oriundas deste programa, em contraposição aos 5% anuais no início da década de 1970. Naquela época iniciava-se a substituição de variedades tradicionais por cultivares modernas de arroz, de porte baixo, altamente produtivas e responsivas ao uso intensivo de insumos agrícolas. Ap s anos de plantio com cultivares derivadas de poucos genitores elite na base do programa de melhoramento, observou-se como consequência um aumento da suscetibilidade a doenças e insetos, além da estagnação dos patamares de produtividade. O Brasil é o país com o maior número de variedades tradicionais cultivadas em clima tropical e subtropical, e que foram sendo gradativamente adaptadas localmente desde a introdução do arroz no Brasil, a partir de 1530, por colonizadores portugueses, e posteriormente pela introdução de gen tipos de outros países e cultivares produzidas pelos programas de melhoramento brasileiro a partir da década de 1930. O cultivo de variedades tradicionais possibilitou o surgimento de uma variabilidade genética única, e que, por conseguinte, tem grande potencial de uso para o programa de melhoramento genético brasileiro de arroz. Em 2002 foi elaborada a Coleção Nuclear Brasileira do Arroz (CNBA), composta por 550 gen tipos divididos em 3 estratos (Variedades Tradicionais, Gen tipos Melhorados Brasileiros, e Gen tipos Melhorados Introduzidas do Exterior), com a finalidade de amostrar a maior parte da variabilidade genética armazenada no Banco de Germoplasma. O tamanho da CNBA permite que se estude detalhadamente a variabilidade genética dos acessos através da caracterização molecular por marcadores SSR, além da caracterização agronômica. Estas avaliações estão sendo realizadas para a montagem de um banco de dados. Este trabalho foi realizado objetivando caracterizar agronomicamente os 550 acessos da CNBA.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os 550 acessos da CNBA foram avaliados no delineamento de Blocos Aumentados de Federer (BAF), e os ensaios conduzidos na safra 2003/2004 em Goiânia (GO), Boa Vista (RR) e Uruguaiana, e Goiânia (GO), Sinop (MT) e Pelotas (RS) safra 2004/2005. Os experimentos foram conduzidos em condição de irrigação, à exceção de Sinop, que foi conduzido em condições de sequeiro. A escolha dos locais foi determinada pela importância de cada um deles no cenário produtivo regional e nacional para a cultura do arroz. Foram avaliadas as características de produção e qualidade de grão, estimada pelas análises de rendimento de grãos inteiros, teor de amilose, centro branco e dimensões do grão. A análise de variância e o teste de médias Tukey foram realizados utilizando o software Genes.

<sup>1</sup> Pesquisador Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>2</sup> Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás e Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>3</sup> Graduando em Biologia, Universidade Federal de Goiás e Técnico da Embrapa Arroz e Feijão

<sup>4</sup> TNS MSc, Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>5</sup> Pesquisador MSc, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>6</sup> Pesquisadora Doutora, Embrapa Rondônia, Vilhena, RO.

<sup>7</sup> Pesquisador MSc., Embrapa Meio Norte, Teresina, PI.

<sup>8</sup> Pesquisador Doutor, Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A condução de experimentos em vários locais no Brasil permite a avaliação do comportamento de cada acesso em condições diversas de umidade, fotoperíodo, doenças, etc. Como a diferença Norte-Sul dos locais extremos (Boa Vista e Pelotas) foi de 31 ° de latitude, já era esperado que a resposta de cada acesso da CNBA fosse distinta, de acordo com o ambiente. Sabe-se que o arroz é uma planta sensível ao fotoperíodo, e este fator foi determinante para que acessos com ciclo tardio em Goiânia, não florescessem em Pelotas e Uruguaiana. No delineamento BAF, a média dos gen tipos em cada bloco é corrigida em função do desempenho das testemunhas comuns entre os blocos. Nenhum dos 550 gen tipos apresentou média superior às testemunhas, de acordo com o teste de Tukey (5%). Contudo, o fator local influenciou decisivamente o resultado de cada gen tipo com relação à produção. Analisando os 5 acessos mais produtivos dos estratos Variedades Tradicionais (VTs), Melhorados Brasileiros (MBs) e Melhorados Introduzidos (MIs), observou-se que alguns tiveram bom desempenho em mais de um local: Dentre as VTs, *Canela Curta* em Goiânia 2004 e Boa Vista, *Farroupilha* em Uruguaiana e Pelotas, *Anão* em Boa Vista e Sinop. Dentre os MBs, *Epagri 108* em Goiânia 2004 e Uruguaiana, *Biguá* em Goiânia 2005, Boa Vista e Uruguaiana, *RS 16-12* em Goiânia 2004 e Pelotas, *Empasc 104* em Boa Vista e Uruguaiana, *Mearim* em Goiânia 2004 e Boa Vista, *Urcui* em Goiânia 2004 e 2005, *Epagri 108* em Goiânia 2004 e Uruguaiana. Dentre os MIs, *Metica 1* em Boa Vista e Pelotas, *CT11632* em Goiânia 2004 e Goiânia 2005, *TNAU2686* em Uruguaiana e Pelotas (Tabela 1). Estes resultados demonstram a necessidade de uma caracterização agrônômica detalhada para determinar o potencial produtivo, além de outras características de interesse, para comporem um banco de dados que auxilie o processo decisório dos melhoristas para a escolha dos gen tipos mais promissores para serem utilizados como genitores do programa de melhoramento, com vistas ao desenvolvimento de linhagens e cultivares que possuam o máximo de desempenho para cada local. Dentre os experimentos conduzidos sob irrigação, em Goiânia 2004, 9 acessos eram gen tipos do sistema de cultivo irrigado e 6 de sequeiro; Goiânia 2005, 4 irrigados e 11 de sequeiro; Boa Vista 11 irrigados, 3 de sequeiro e 1 facultativo; Uruguaiana 11 irrigados e 4 facultativos; e em Pelotas, 7 irrigados e 8 de sequeiro. Em Sinop, cujo experimento foi conduzido em sequeiro, apenas 2 acessos mais produtivos eram do sistema de cultivo irrigado, 12 de sequeiro e 1 facultativo. Estes resultados indicam que podem ser utilizados genitores com sistema de cultivo de sequeiro para o desenvolvimento de linhagens e cultivares para o sistema irrigado, e o contrário não seria recomendado. A importância de serem utilizados cruzamentos entre gen tipos de sistema de cultivo distinto é que no Brasil, a grande maioria dos gen tipos irrigados são do grupo *indica*, enquanto os gen tipos de sequeiro são do grupo *japonica*. Um cruzamento entre diferentes grupos podem produzir combinações gênicas inéditas e favoráveis para a característica produção. Para avaliar a capacidade combinatória em cruzamentos *indica* x *japonica* estão sendo conduzidos experimentos em dialelo com os acessos mais produtivos. Após a colheita, os grãos foram processados e avaliados para algumas características associadas à qualidade de grão, e que são utilizadas rotineiramente no programa de melhoramento genético do arroz como critério de seleção de linhagens: *Teor de Amilose (TA)*: Este é um importante parâmetro utilizado para selecionar gen tipos que produzam grãos soltos após o cozimento, e normalmente o TA intermediário é o desejável. Na CNBA, o TA intermediário foi o encontrado na maioria dos gen tipos, em todos os estratos (Tabela 2). Contudo, observou-se que alguns gen tipos foram classificados em classes distintas de TA, dependendo do local do experimento. No estrato Melhorados Brasileiros de Sequeiro, 49% dos gen tipos tiveram este tipo de alteração. Este comportamento diferenciado, que pode ser ocasionado pelo ambiente durante o cultivo, ou devido as condições de manuseio ou armazenamento dos grãos colhidos, pode induzir o melhorista a erros durante a seleção de gen tipos. Por este motivo, o TA deve ser utilizado como complemento à análise sensorial (teste de panela). *Dimensões do Grão*: O padrão de consumo brasileiro, desde meados da década de 1970, tem sido pela classe comercial Longo Fino. Somente o estrato Melhorado Introduzido Irrigado teve a maioria de seus gen tipos com esta classe de grão. Os estratos Melhorados Brasileiros tiveram a maioria de



seus gen tipos Longos e Largos (MBI) e Longos e Extra-Largos (MBS) (Tabela 2). *Centro Branco*: O padrão comercial desejável do grão de arroz requer que os gen tipos possuam nota 3 ou inferior. Apenas no estrato Melhorado Brasileiro de Sequeiro a maioria dos gen tipos receberam nota 3. A maioria dos gen tipos dos demais estratos receberam nota 3 e/ou 3,5 (Tabela 2). *Rendimento de Grãos Inteiros*: É comercialmente aceitável cultivares com rendimento em torno de 60%. Em todos os estratos da CNBA a média dos gen tipos ficou pr xima deste valor (Tabela 2).

**Tabela 1.** Acessos da CNBA mais produtivos, para cada local. Estratos: VT - Variedade Tradicional, MB - Melhorado Brasileiro, MI - Melhorado Introduzido. Sistema de cultivo: I - Irrigado, S - Sequeiro, F - Facultativo.

	<i>Goiânia 2004</i>	<i>Goiânia 2005</i>	<i>Boa Vista</i>	<i>Uruguaiana</i>	<i>Sinop</i>	<i>Pelotas</i>
VT	Lageado A I	Guapinha S	Anãozinho I	Ubá Laginha F	Amarelo Bico Preto S	Roxo S
	Bico Roxo I	Bico Torto S	Anão I	Quebra Cacho F	Branquinho S	Agulhão S
	Lageado B I	Pratão S	Canela Curta S	Farroupilha I	Anão I	Catetinho S
	Canarinho I	Arroz 51 S	Saquarema F	Agulhinha Anão F	Cabeludo F	Agulhinha S
	Canela Curta S	Piojota S	Chililica I	Itaqui F	Come Cru S	Farroupilha I
MB	Epagri 108 I	Biguá I	Mearim S	BR Irga 420 I	IAC LS86 S	Ipeaco 11 S
	Diamante I	Urucui S	Jaburu I	Epagri 108 I	Progresso S	Xingu S
	RS 16-12 I	IAC LS85 S	RS 16-5 I	Empasc 104 I	Talento S	RS 16-12 I
	Urucui S	IAC 201 S	Biguá I	Biguá I	IpeacoSL S	SCSBR112 I
	Mearim S	Rio DoceS	Empasc 104 I	Agrisul I	Tangará S	SaturnoxPrata I
MI	Maninjavau I	IPSL 169 I	Metica 1 I	TNAU 2686 I	IRAT 13 S	TNAU 2686 I
	IRAT 122 S	Ceswoni I	IR 54 I	Cica 9 I	Bluebelle S	IRAT 124 S
	CT11632 S	Lebonnet I	Oryzica LI. 4 I	Oryzica 1 I	IRAT 112 S	Basmati I
	TOX503 S	Newbonnet S	BG 90-2 I	Chancay I	Lacassine S	Metica 1 I
	MTU7029 I	CT11632 S	TOX514 S	Kaohsiung I	KAU2110 I	IREM 123 S

**Tabela 2.** Análise de características relacionadas ao grão de acessos da CNBA. VTI: Variedades Tradicionais, cultivo Irrigado; VTS: Variedades Tradicionais, cultivo de Sequeiro; VTF: Variedades Tradicionais, cultivo Facultativo; MBI: Melhorados no Brasil; MI: Melhorados Introduzidos. TA: Teor de Amilose.

Comprimento: L: longo; M: Médio. Largura: Ela: Extra-Largo; La: Largo; F: Fino.

	<i>VTI</i>	<i>VTS</i>	<i>VTF</i>	<i>MBI</i>	<i>MBS</i>	<i>MII</i>	<i>MIS</i>
Número de Acessos	77	148	83	37	57	73	75
TA							
Alto (%)	27	19	23	19	4	14	10
Interm. (%)	60	61	57	62	66	63	52
Baixo (%)	13	20	20	19	30	23	38
Mudança de Classe de TA com o local de cultivo (%)	34	28	28	38	49	38	39
Classes de Comprimento e Largura do Grão mais frequentes (%)	L, Ela (28)	M, Ela (16)	M, Ela (24)	L, La (19)	L, Ela (19)	L, F (23)	L, La (17)
CB	3,5 (43%)	3,5 (35%)	3,5 (40%)	3 e 3,5 (37% cada)	3 (30%)	3,5 (44%)	3 e 3,5 (24% cada)
Rendimento de Inteiros (%)	57,6	58,9	58,6	59,3	59,3	59,5	58,7

**CONCLUSÃO:** A caracterização dos acessos da CNBA tem permitido conhecer em detalhes o comportamento de cada gen tipo, para as características mais importantes avaliadas pelo programa de melhoramento de arroz, em locais representativos para a produção da cultura no Brasil. Mesmo em gen tipos com base genética distinta da encontrada em gen tipos elite foram identificadas características favoráveis. Os dados moleculares dos acessos e a análise combinatória dos gen tipos selecionados serão integrados para a escolha dos melhores gen tipos e orientação da ampliação da variabilidade genética da CNBA.

## COMPORTAMENTO DO CULTIVAR SCSBRS 113 -TIO TAKA DE ARROZ IRRIGADO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

BARROS<sup>1</sup>, L. C. G., SANTOS<sup>2</sup>, A. L. C.

**INTRODUÇÃO:** A cultura do arroz irrigado vem despontando como uma opção rentável e mais segura de produção na região Nordeste do País. Nos Estados desta região, onde predomina o cultivo do arroz irrigado observam-se produtividades de 4.500kg/ha a 5.400kg/ha, enquanto nos tradicionalmente produtores de arroz de sequeiro situam-se ao redor de 1.500kg/ha. A rizicultura irrigada no Nordeste destaca-se nos Estados do Ceará, Pernambuco, Alagoas e Sergipe onde se cultiva cerca de 40.000ha sob irrigação. A rizicultura irrigada no Baixo São Francisco, nos Estados de Alagoas e Sergipe, é praticada em uma área em torno de 18.000ha, dos quais nove mil hectares compõem os cinco projetos públicos de irrigação implantados na região pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, Codevasf, com possibilidade de obtenção de duas safras de arroz por ano. O programa de melhoramento de arroz irrigado conduzido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe e Alagoas e coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão a nível nacional, tem permitido o teste e seleção de novas linhagens e cultivares de arroz irrigado e viabilizado o lançamento de novos cultivares para a região. Foram recomendados, recentemente, os cultivares Diamante em 1994, o São Francisco em 1996 e o Formoso em 2002 (Barros et al., 1995; Barros et al., 1998 e Barros & Santos, 2002). A seqüência de lançamentos de novos cultivares de arroz irrigado contribuiu para o aumento da produtividade e da melhoria da qualidade de grão do arroz na região. No período de 1975 a 2005, a produtividade no Baixo São Francisco cresceu de 1.975 para 4.650kg/ha de arroz em casca. Nos perímetros irrigados da Codevasf, no Baixo São Francisco, verifica-se uma produtividade média em torno de 5.500kg/ha, e máxima de até 9.500kg/ha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do cultivar de arroz irrigado SCSBRS 113-Tio Taka nos solos hidromórficos da região do Baixo São Francisco no período de 2003 a 2005.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Três experimentos de Avaliação do Valor de Cultivo e Uso de cultivares e linhagens de arroz irrigado foram conduzidos na área experimental do Distrito de irrigação da Boacica da Codevasf, no município de Igreja Nova, Alagoas, no período de dezembro de 2003 a maio de 2004, e duas Unidades de Observação, sendo uma no Distrito de irrigação da Boacica em Igreja Nova, Alagoas e outra no Distrito de Irrigação de Propriá, em Sergipe. Os solos hidromórficos dos locais apresentam em geral, pH = 4,1; Ca + Mg = 12(Me/100cm<sup>3</sup>); Al = 1,0(Me/100cm<sup>3</sup>); K = 98 e P = 2,1ppm. Os três ensaios conduzidos no ano agrícola 2003/2004, objetivaram avaliar cinco linhagens e quatro cultivares, mais a cultivar Diamante, utilizada como testemunha. As parcelas eram formadas por 8 linhas espaçadas de 0,25m, com 5m de comprimento para cada gen tipo, colhendo-se os 4m das seis linhas centrais como área útil, totalizando 6m<sup>2</sup>. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 repetições, onde os gen tipos eram os tratamentos. Nos ensaios foram mensuradas as florações, altura de planta, tolerância a doenças e produtividade de grãos, dos cultivares e linhagens avaliadas, segundo recomendações da Embrapa, (1977). O manejo da cultura foi similar em todos os experimentos e constou de plantio por semeadura direta em solo seco na densidade de 100 sementes por metro linear, irrigado por inundação contínua, com lâmina de água variando com a altura da planta até um máximo de 15 cm. O espaçamento entre linhas foi de 0,25 m, e a fertilização do solo feita com 80kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em fundação e 90 kg/ha de nitrogênio, em duas aplicações, 1/3 aos 20 dias após o plantio e 2/3 30 dias após a

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D em solos e irrigação, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Cx. Postal 68, CEP 57200-000, Penedo, AL, Telefax: (82)-3666-5521, e-mail: galindo@cpatc.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre em Genética Vegetal, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Penedo, AL.

primeira adubação. Foi também aplicado o herbicida propanil para controle das ervas daninhas, antes da primeira adubação em cobertura. As duas Unidades de Observação – UO, foram implantadas em lotes dos pr prios rizicultores, ocupando uma área de 1ha em cada local onde se plantou 0,5ha com a cultivar BRS Formoso e 0,5ha com o cultivar SCSBRS 113 – Tio Taka. Os plantios do arroz irrigado nas UO's foram feitos seguindo as recomendações técnicas da Embrapa para a região Nordeste (Ferreira, 1998).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise conjunta dos resultados dos três ensaios de arroz irrigado permitiu a seleção do cultivar SCSBRS 113 - Tio Taka como gen tipo de ciclo médio, porte moderno, com produtividade média acima de 6.500kg/ha e tolerante às principais doenças do arroz. Sua produtividade entretanto não diferiu estatisticamente da maioria dos gen tipos, inclusive da testemunha, Diamante, porém foi significativamente maior do que dos três cultivares menos produtivos (Tabela 1). Esses resultados corroboram afirmações de geneticistas que, devido a uma estreita base genética na geração dos atuais gen tipos de arroz, atingiu-se um patamar de produtividade que dificilmente será quebrado pelos métodos tradicionais de melhoramento (Rangel, 1995). Assim, a seleção de novos gen tipos tem sido feita considerando-se pequenos, e estatisticamente não significativos, ganhos de produtividade. O cultivar SCSBRS 113 – Tio Taka, selecionado neste experimento também é destaque em outros locais na região Nordeste do País. Os resultados obtidos nas Unidades de Observação conduzidas em 2005 concordam com os obtidos a nível experimental, evidenciando produtividades acima de 8000kg/ha na Unidade do Distrito do Boacica e acima de 7000kg/ha para a Unidade conduzida no Distrito de irrigação de Pr pria, não havendo diferença significativa entre as produtividades dos dois cultivares testados.

**Tabela 1.** Resultados médios de produção e fenológicos dos três experimentos de Arroz irrigados conduzidos em Igreja Nova, AL, em 2003/2004.

N.º	Linhagem/Cultivar	Floração (dias)	Altura (cm)	Acamamento	BF	MP	Produção (kg/ha)
1	SCSBRS 113 - Tio Taka	98	98	2	1	3	6593 <sup>a</sup>
2	CNAi 9025	98	107	3	1	2	6378 <sup>a</sup>
3	CNAi 9018	99	107	3	1	2	6360 <sup>a</sup>
4	BRS Formoso	99	100	2	1	3	6212 <sup>ab</sup>
5	Diamante	98	94	1	1	2	6109 <sup>ab</sup>
6	BRS Biguá	95	109	4	1	3	5930 <sup>abc</sup>
7	BRS Ourominas	96	98	2	1	3	5761 <sup>abc</sup>
8	CNAi 8870	93	102	2	1	3	5411 <sup>bcd</sup>
9	CNAi 8859	94	104	3	1	2	5193 <sup>cd</sup>
10	SCSBRS 111	86	102	3	1	3	4824 <sup>d</sup>
	Média						5877
	CV (%)						11,61

BF = Brusone na folha

MP = Mancha parda

**CONCLUSÕES:** O Cultivar SCSBRS 113 – Tio Taka pode ser recomendado para cultivo nos sistemas de produção de arroz irrigado da região do Baixo São Francisco com base nas boas produtividades, tolerância a doenças e qualidade de grãos observados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, L.C.G.; SANTOS, A.L.C. dos. Formoso, novo cultivar de arroz irrigado para o Baixo São Francisco. IN: ANAIS DO 1.º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ; Florianópolis, SC, VII Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, 1, 2002: Santo Antônio de Goiás:Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 225-227.

BARROS, L.C.G.; BATISTA, F.S.; SILVA, F.G. da. Diamante: nova cultivar de arroz irrigado com alta qualidade de grão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 48, nº420, p.7-8, mar/abr. 1995.

BARROS, L.C.G.; UCHÔA, B.F.; SANTOS, A.L.C. São Francisco: Nova cultivar de arroz irrigado para o Sub-médio e Baixo São Francisco. IN: COSTA, J.L. da S.; GUIMARÃES, E.P. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6, 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia:Embrapa-CNPAP, 1998. p. 258-260.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Manual de métodos de Pesquisa em arroz: 1ª aproximação**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1977. 106p.

FERREIRA, C. M., org. **Recomendações Técnicas para a cultura do arroz irrigado no Nordeste**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 56p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 86).

RANGEL, P.H.N. Seleção recorrente e híbridos: alternativas para aumentar o potencial produtivo das cultivares de arroz. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).

## SELEÇÃO DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS VISANDO AGRICULTURA FAMILIAR EM GOIÁS

MELO, P.G.S.<sup>1</sup>, FERREIRA JÚNIOR, A.J.<sup>2</sup>, SCHEGOSCHESKI, R.T.<sup>2</sup>, OLIVEIRA, T.C.A.<sup>2</sup>, MORAIS, O.P.<sup>3</sup>, DINIZ, J.A.<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** A cultura do arroz de terras altas é plantada praticamente em todas as regiões do Brasil, em uma ampla diversidade de cultivo, que vai desde as lavouras mais tecnificadas até agricultura de subsistência, muito explorada pelos pequenos agricultores. Tem, por isto, um papel social muito importante. As últimas três décadas foram marcadas por grandes avanços da pesquisa para a cultura do arroz, enfocando principalmente o melhoramento genético. Para o arroz de terras altas foram desenvolvidas cultivares mais produtivas, precoces, folhas eretas, bastante responsivas a melhoria do ambiente e boa qualidade de grãos. Isso permitiu a expansão da cultura em muitas regiões do país, tornando-a competitiva em vários sistemas agrícolas. As limitações para expansão da cultura em outros ambientes começam a surgir quando estas cultivares modernas são utilizadas por pequenos produtores, ou seja, o potencial produtivo destes materiais não é explorado devido ao sistema de cultivo utilizado. Por não disporem de capital para investimento em tecnologias, exploram solos com baixa fertilidade em regiões com problemas de deficiência hídrica. Devido a estes fatos existe uma grande demanda pelos agricultores familiares de novas cultivares de arroz que permitam um menor uso de insumos, através de resistência a doenças, maior capacidade de competição com plantas daninhas e maior eficiência na utilização dos nutrientes do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de linhagens e cultivares de arroz de terras altas no Estado de Goiás visando a agricultura familiar.

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Rd. Goiânia-Nova Veneza Km 0, Cep 74001-907, Goiânia-GO. Fone 062-3521-1546.e-mail: pgsantos@agro.ufg.br

<sup>2</sup> Estudante graduação. UFG Goiânia-GO

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia. Embrapa Arroz e Feijão. Sto Antônio-GO

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Agência Rural, Goiânia-GO.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram identificados dentro do programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão as linhagens e cultivares com características que atendessem a demanda dos agricultores familiares, totalizando três cultivares: caiap, primavera e aimoré e dez linhagens: BRA 01566, BRA 01568, BRA 01592, BRA 01612, BRA 01619, BRA 01653, CNA 10225, CNA 10261, CNA 10280, CNAs 10284. Em 2003/04 esses materiais foram avaliados em ensaios instalados em três locais do Estado de Goiás: Senador Canedo, Porangatu e

Santo Antônio de Goiás. Em 2004/05, além dos locais anteriores, foram incluídos Rubiataba, Anápolis e Goiânia. Para todos os ensaios utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e parcelas de oito linhas de cinco metros. Foram avaliados os seguintes caracteres: Floração média, Altura de planta, Produtividade de grãos, Acamamento e Doenças de plantas (utilizou-se escala de notas para seguintes doenças: brusone (*Pyricularia grisea*), mancha parda (*Drechslera oryzae*), mancha de grãos (*Drechslera oryzae*; *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*; *Pyricularia grisea*; *Microdochium oryzae*) e escaldadura (*Macrodochium oryzae*) Foram efetuadas as análises de variância individual e conjunta, envolvendo todos os locais de cultivo em cada ano. Para estudar o efeito da interação entre linhagens/cultivares x ambientes, foi utilizado um procedimento proposto por Cruz e Castoldi (1991), que visa decompor a interação duas a duas em parte simples e complexa. A estabilidade e adaptabilidade dos gen tipos foram avaliadas utilizando a metodologia de Annicchiarico (1992).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O resumo da análise de variância conjunta dos caracteres avaliados nos três locais no ano agrícola de 2004/05 está apresentado na Tabela 1. Observou-se a ocorrência de interação local x gen tipo para todos os caracteres, isso indica que as cultivares e linhagens avaliadas apresentaram comportamento diferenciado nos três locais. Geralmente, a interação local x gen tipos tem sido mais pronunciada que interação gen tipo x anos na avaliação de gen tipos de arroz de terras altas.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres avaliados em três locais do Estado de Goiás. 2004.

FV	GL	PROD	FLOR QM	ALT	BF
Local (L)	2	3246570,23**	354,77**	915,82**	16,50**
Repetição	9	635282,19**	3,91*	21,02	01,13*
Genótipo (G)	12	1791800,08**	259,0**	798,31**	0,26**
L x G	24	453701,29**	11,19**	67,08**	0,11*
Erro	108	223953,92	1,34	19,07	0,06
CV		14,24	1,71	4,51	14,17
Média		3324	74,9	96,8	3,08

\*\* Significativo a 1% pelo teste de F

\* Significativo a 5% pelo teste de F

Para auxiliar na interpretação dos resultados referente à presença de interação significativa é importante aprofundar o estudo no sentido de investigar qual a parte da interação é mais expressiva: simples ou complexa. A predominância da interação simples é devida apenas às diferenças na variabilidade entre os tratamentos dentro de locais, ou seja, a classificação dos gen tipos não é alterada nos diferentes locais. Já quando a interação complexa predomina, ocorre uma complicação no trabalho do melhorista, pois a seleção de materiais promissores deve ser feita especificamente para cada ambiente, e isso muitas vezes não é de interesse do melhorista. Para produtividade de grãos a interação complexa ocorreu nos ambientes 1x3 e 2x3, estes resultados são reforçados

pelos valores estimados do quadrado médio da interação GxA e da estimativa de correlação entre os ambientes, o ambiente 3 é o mais discrepante. Para os caracteres florescimento e altura, houve predominância da interação simples para todos os ambientes desdobrados, normalmente estes caracteres são pouco afetados pela interação, facilitando o trabalho do melhorista que pode dar prioridade a outros caracteres durante o processo de seleção. Devido a interação gen tipos x locais ter sido significativa, os três locais de avaliação foram mantidos e acrescentaram-se mais três locais em 2004/05, para tornar o processo de seleção de cultivares mais eficiente, identificando os ambientes mais representativos do Estado de Goiás. Os resultados de 2004/05 também mostraram interação significativa entre gen tipos e locais, o mesmo ocorreu para a interação gen tipo X ambiente envolvendo os dois anos. Diante deste resultado é preconizado a utilização de estudos de adaptabilidade e estabilidade das cultivares e linhagens para identificar os materiais mais promissores. Neste trabalho utilizou-se a metodologia proposta por Annicchiarico (1992), em que estima-se um índice de confiança que considera o "risco" de um determinado gen tipo apresentar desempenho abaixo de um dado padrão. Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos do índice de confiança – I(i) – das cultivares e linhagens. Observa-se que os valores de I(i) das linhagens BRA 01592 e BRA 01619 possuem 80% de probabilidade de, na pior das hipóteses, apresentarem produtividade 7,05% e 1,79%, respectivamente, superior à média do ambiente, sendo, assim, consideradas linhagens estáveis diante das oscilações ambientais. A recomendação de cultivares mais previsíveis é importante para tornar o processo produtivo em pequenas propriedades mais eficiente.

**Tabela 2.** Análise de estabilidade de cultivares e linhagens de arroz de terras utilizando metodologia de Annicchiarico.

<i>Linhagens/Cultivares</i>	<i>Médias</i>	<i>I(i)</i>
Caiapó	3096	57,06
Primavera	3493	95,22
Aimoré	3546	98,65
BRA 01566	2943	70,32
BRA 01568	3499	90,54
BRA 01592	3783	107,05
BRA 01612	3246	83,54
BRA 01619	3652	101,79
BRA 01653	3455	95,19
CNAs10225	3175	84,93
CNAs10261	3373	87,91
CNAs10280	2941	82,67
CNAs10284	3506	95,96

Obs 1. Nível de significância adotado = 0,20

Obs 2. O I(i) significa: reliability index

**CONCLUSÕES:** As linhagens BRA 01592 e BRA 01619 foram selecionadas para comporem os ensaios e unidades demonstrativas em propriedades de pequenos agricultores do Estado de Goiás.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetic and Breeding**, Lodi, v.46, n.3, p.269-278, sept. 1992  
 CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação gen tipo x ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.38, n.219, p.422-430, set./out. 1991.

# GENÔMICA FUNCIONAL: MUTAGÊNESE INSERCIONAL COMO FONTE DE DESCOBERTA DE NOVOS GENES PARA O MELHORAMENTO DE ARROZ (*ORYZA SATIVA* (L.))

Bevitori, R. <sup>1</sup>, Margis, M. M. P. <sup>2</sup>, Silveira, R. D. D. <sup>3</sup>, Abreu, J. <sup>4</sup>, Silva, Adriano, B. <sup>5</sup>, Ortega, J. M. <sup>6</sup>

**INTRODUÇÃO:** Devido ao seu pequeno genoma, a facilidade de transformação e a similaridade de seu genoma com outros cereais, o arroz se tornou a espécie modelo para monocotiledôneas. A possibilidade da produção de uma biblioteca de mutantes insercionais em arroz, aliado ao rápido acúmulo de seqüências genômicas geradas pelos diversos projetos públicos e privados, colocaram o arroz como alvo central para os estudos de genômica funcional em cereais. Estas seqüências serão cuidadosamente analisadas em busca de esclarecer a função de todos os genes identificados. O foco internacional agora, é identificar a função específica de cada um dos 20.000 a 40.000 genes preditos. Um poderoso método de identificação da função de um gene consiste na identificação de um mutante para esse gene e, em seguida, no estudo do efeito dessa mutação na planta. A inserção de uma seqüência conhecida em um gene ("gene tag") produzirá um mutante e fornecerá uma maneira para a determinação da função, bem como um sistema para a identificação do gene. Neste projeto, estamos propondo a construção de uma coleção de mutantes insercionais em arroz, participando assim do esforço internacional, que hora vem se estabelecendo, para o entendimento da função dos genes. Ao mesmo tempo, o resultado deste projeto fornecerá também importante conhecimento para o futuro do melhoramento de plantas, pois este fornecerá genes, suas funções, e indicará caminhos futuros para a incorporação desta característica em cultivares suscetíveis, além de permitir a viabilização de programas de melhoramento por seleção assistida por marcadores moleculares na Embrapa e seus parceiros.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Neste projeto estamos empregando os vetores construídos pelo grupo de genômica funcional de arroz do CSIRO da Austrália (Upadhyaya et al, 2002; <http://www.pi.csiro.au/fgrttpub/home.htm>) visando obter linhagens mutantes portando o elemento transposon *Ds*: As linhagens estão sendo obtidas pela transformação de calos de arroz (*Oryza sativa*, sub-espécie japônica, cultivar Nipponbare e Primavera), via *Agrobacterium tumefaciens* com a construção contida no vetor pMN393b2 (Figura 1). Calos de linhagens estáveis contendo o elemento *Ds* são depois supertransformados transitoriamente com a construção contendo a transposase contida no vetor pMNlig400D (Figura 2). A avaliação das linhagens contendo inserções estáveis está sendo realizada através das seguintes análises: a) expressão de GFP, a qual indicará a presença da inserção original ("Ds launching pad"); b) spray com higromicina; c) PCR utilizando primers específicos para a seqüência do elemento *Ds*; d) PCR utilizando primers específicos para as seqüências flanqueadoras do *Ds* ("Ds excision" PCR, o qual mostrará a saída do transposon da inserção original) e teste de coloração para GUS. Esses testes são realizados na primeira geração de mutantes (F2 dos cruzamentos ou DtT1 dos duplo transformantes). As linhagens estáveis com transposição do *Ds* ligado ao sítio de inserção original ("launching pad") são então selecionadas para o estudo de atividade

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Biotecnologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332176. bevitori@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Bióloga, Ph.D. em Biologia Molecular, UFRGS, Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Estudante de Biologia/UCG, bolsista da Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>4</sup> Estudante de Biologia/UFRGS, bolsista, Porto Alegre, RS.

<sup>5</sup> Estudante de doutorado/UFGM, Belo Horizonte, MG.

<sup>6</sup> Biólogo, Ph.D em Ciências Biológicas, UFGM, Belo Horizonte, MG

do gene rep rter, fen tipo e subsequente clonagem das regiões flaqueadoras utilizando o sistema de recuperação de plasmídeo ("plasmide rescue"). A clonagem das seqüências flaqueadoras dos elementos *Ds* em cada linhagem estável está sendo realizada através do sistema de recuperação de plasmídeo ("plasmid rescue"), o qual foi incorporado nas construções. Os plasmídeos são purificados e analisados com enzimas apropriadas antes de serem seqüenciadas utilizando o ABI 3100. As seqüências obtidas serão utilizadas na criação de um banco de dados das seqüências flaqueadoras que representarão os genes interrompidos pelo transposon. Os bancos de dados públicos disponíveis serão utilizados na busca de seqüências homologas a esses genes interrompidos.

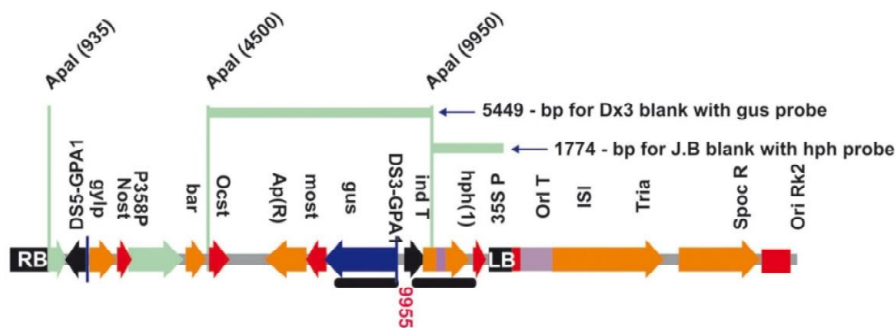


Fig. 1. Vetor de transformação pMN393b2 contendo o elemento *Ds*.

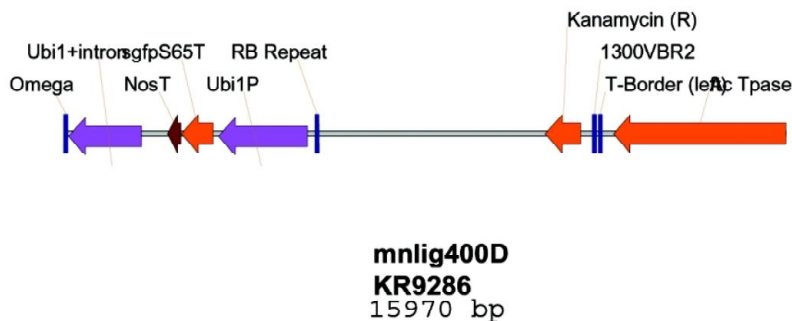


Fig. 2. Vetor de transformação pMNlig400D contendo o elemento transposase.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO.** Até o presente momento, foram gerados 498 calos mutantes knock-out; 150 calos foram supertransformados com o plasmídeo pMN400D contendo a transposase; 204 calos mutantes supertransformados resistentes à higromicina; 27 linhagens regenerantes supertransformadas; 5 plasmídeos recuperados e estabelecimento da metodologia para isolamento das seqüências flaqueadoras da inserção. As figuras 3 a 5 mostram os resultados das análises moleculares e de regeneração das plantas. A base de dados do projeto Genômica Funcional de *Oriza sativa* (GenFOs) foi estabelecida no servidor Biotec instalado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Laboratório de Biodados. Foi adquirido o domínio "http://genfos.net" para permitir o redirecionamento simplificado para as home pages contruídas. A homepage do projeto pode ser acessada pelo endereço <http://www.biotec.icb.ufmg.br/genfos>. A servidora Biotec já contém as seqüências totais dos pseudocromossomos de arroz organizadas na base de dados MySQL.



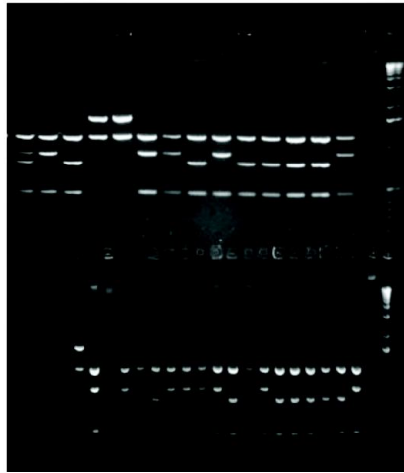


Fig. 3. Isolamento da seqüência de DNA genômico flanqueadora do T-DNA/DS (LB rescue).

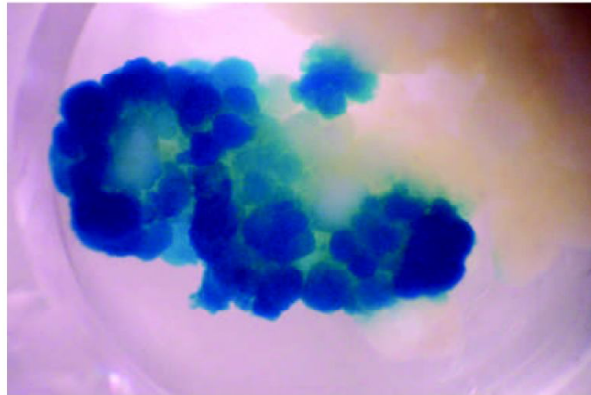


Fig. 4. Calo obtido pela supertransformação da linhagem Ds-23 com o vetor pMN400D mostrando atividade GUS.

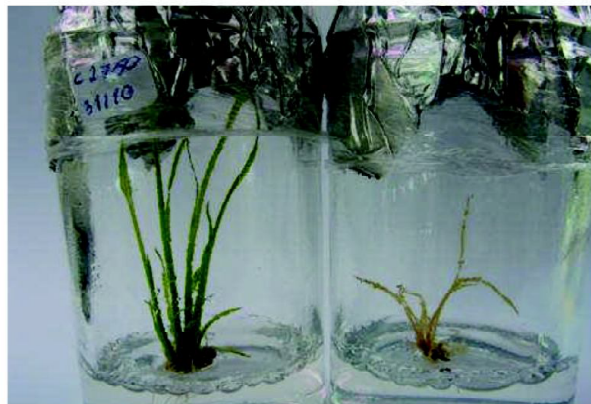


Fig. 5. Seleção das plantas transgênicas com o herbicida BASTA. (A) Planta transgênica (B) não transgênica.

**CONCLUSÕES:** após o estabelecimento da metodologia para isolamento das seqüências flanqueadoras da inserção, estão sendo obtidas linhagens transgênicas contendo o elemento Ds e linhagens transgênicas supertransformadas com o plasmídeo pMN400d.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Upadhyaya N. M, et al. An *iAc/Ds* gene and enhancer trapping system for insertional mutagenesis in rice. **Functional Plant Biology** 29:547-559. 2002.

## LINHAGENS DE IAC 201 RESISTENTES À BRUSONE

SILVA, G.B. <sup>1</sup>, ARAÚJO, L.G.,<sup>2</sup>, PRABHU<sup>3</sup>, A.S., VENÂNCIO<sup>4</sup>, W.L.

**INTRODUÇÃO:** A resistência específica ou vertical à brusone [*Magnaporthe grisea* Barr., (anamorfo *Pyricularia grisea* Saac. Cooke)] foi amplamente explorada nos programas de melhoramento em vários países, incluindo o Brasil. O desenvolvimento de cultivares resistentes foi a maior contribuição dos melhoristas e fitopatologistas na redução dos danos causados pela principal enfermidade do arroz de terras altas, no Brasil. O melhoramento para resistência à brusone requer seleção de populações segregantes e de linhas avançadas sob alta pressão de doença. Grande número de cultivares com diferentes graus de resistência à brusone foram desenvolvidas no Brasil, entretanto a durabilidade da resistência dessas cultivares, incluindo IAC 201 foi limitada. A pequena durabilidade da resistência foi atribuída ao escape de doença das linhas melhoradas devido a ausência de raças compatíveis na população do patógeno (ZEIGLER et al., 1995) e alta frequência de mutação no patógeno (OU, 1980). A variação somaclonal é uma ferramenta para recuperação de novas variantes de grande importância, como resistência às doenças, além de conservar todas as características desejáveis da cultivar que lhe deu origem (EVANS & SHARP, 1986). Utilizando este método ARAÚJO et al. (2000) obtiveram somaclones da cultivar suscetível Araguaia altamente resistentes à brusone. A herança da resistência desses somaclones foi monogênica e dominante, e o gene foi denominado de *Pi-ar* (ARAÚJO et al., 1999). O presente trabalho objetivou avaliar a resistência à brusone de linhagens obtidas através de retrocruzamento de IAC201 com somaclone SC 09 de Araguaia, nas gerações avançadas

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi realizado, em casa de vegetação, o cruzamento de IAC 201 x SC 09 para obtenção de semente  $F_1$ . Posteriormente as plantas  $F_1$  foram retrocruzadas com IAC 201 obtendo-se as gerações  $F_1RC_1$  a  $F_1RC_4$ . Estas gerações foram avaliadas no viveiro de brusone, sob alta pressão de doença com seleção de plantas resistentes a cada geração. Na adubação utilizou-se 250 kg/ha da fórmula 4-30-16 e 20 kg/ha de sulfato de zinco. Cerca de 80 sementes a cada geração foram semeadas em um sulco de 0,5 m de comprimento. Uma bordadura formada pela mistura das cultivares suscetíveis IAC-47 e IAC 201 foi estabelecida 30 dias antes do plantio para induzir a epidemia da doença. A avaliação da brusone foi realizada aos 30 dias após o plantio utilizando-se uma escala visual de notas variando de 0-9 (International Rice Research Institute, 1988) onde, 0-3 indica reação resistente e, 4-9, reação suscetível. As plantas resistentes e algumas suscetíveis selecionadas a cada geração foram transplantadas para vasos de 6 kg de solo para colheita de sementes. Das doze linhas da geração  $F_1RC_4$  resistentes à brusone foram selecionadas 7 a 10 plantas resistentes em cada linha  $F_1RC_4$  para transplante e obtenção de

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão/DCR/CNPQ, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332176. giselebarata@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera, Caixa Postal 637, CEP 74000-000, Goiânia, GO. Fone (62) 3246-1400. leilagarcesaraujo@gmail.com.

<sup>3</sup> Biólogo, Ph.D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>4</sup> Bolsista IC/CNPQ/ Escola de agronomia - UFG

94 linhas  $F_2RC_4$ . Todas as linhas  $F_2RC_4$  resistentes à brusone foram selecionadas, uma planta de cada linha para transplante e obtenção de 94 linhas  $F_3RC_4$ . A partir destas linhas foram avaliadas em condições também de viveiro de brusone nas gerações  $F_4RC_4$  e  $F_5RC_4$  nos anos de 2002 a 2005.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na geração  $F_3RC_4$  houve segregação para resistência (18 linhas) e suscetibilidade (76) à brusone (Figura 1) enquanto a cultivar IAC 201 foi suscetível (nota 9) e o somaclone SC 09 resistente (nota 1). Na geração  $F_4RC_4$  foram avaliadas 246 linhas onde 37 apresentaram nota 4 (Figura 2). Foram selecionadas 27 linhas sendo uma planta de cada linha para obtenção da geração  $F_5RC_4$ . Na geração  $F_5RC_4$  das 27 linhas avaliadas 26 se mostraram resistentes à brusone, enquanto IAC 201 foi suscetível (nota 9) e o somaclone SC 09 (nota 1).

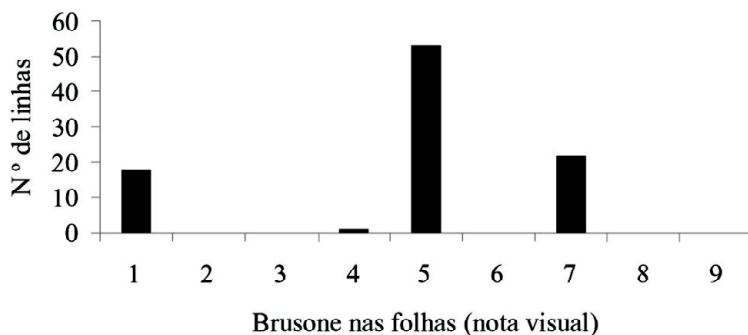


Fig. 1. Reação de brusone nas folhas de linhas  $F_3RC_4$  de IAC 201 x SC 09.

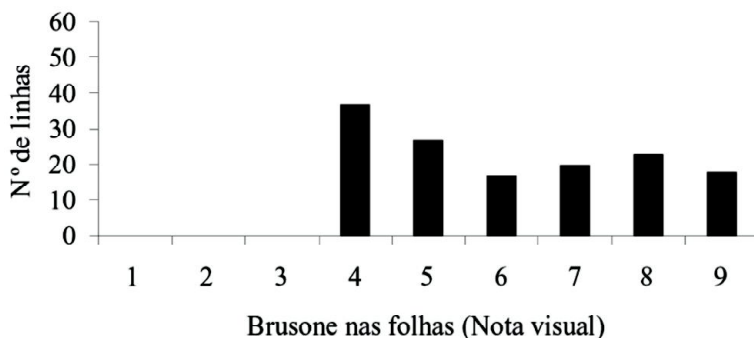


Fig. 2. Reação de brusone nas folhas de linhas  $F_4RC_4$  de IAC 201 x SC 09.

**CONCLUSÕES:** Foram desenvolvidas 26 linhagens quase isogênicas de IAC 201 através de incorporação do gene de resistência do somaclone SC 09 de Araguaia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L.G.; PRABHU, A.S.; FILLIPI, M.C. Inheritance of resistance to leaf blast in somaclones of rice cultivar Araguaia. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.182-184, 1999.

ARAÚJO, L.G.; PRABHU, A.S.; FREIRE, A.B. Development of blast resistant somaclones of the upland rice cultivar Araguaia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.2, p.357-367, fev. 2000.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños). **Standard evaluation system for rice**. 3. ed. Los Baños, 1988. 54p.

OU, S.H. Pathogen variability and host resistance of the rice blast disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.18, p.167-187, 1980.

ZEIGLER R.S., COUC L.X., SCOTT R.P., BERNARDO M.A., CHEN D.H., VALENT, B., NELSON, R.J. The relationship between lineage and virulence in *Pyricularia grisea* in the Philippines. **Phytopathology** v.85, p.443-451, 1995.

## SELEÇÃO PARA RESISTÊNCIA À BRUSONE NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS DA EMBRAPA

MORAIS<sup>1</sup>, O P. de, PRABHU<sup>2</sup>, A S., CASTRO<sup>1</sup>, E. da M. de.

**INTRODUÇÃO:** A brusone, doença incitada pelo fungo *Pyricularia grisea*, geralmente apresenta alta severidade em condições de terras altas, resultando em danos significativos para a cultura do arroz (Prabhu et al, 2001). Em função da importância da utilização de cultivares com maior nível de resistência no manejo integrado da brusone, tem-se procurado, desde 1993/94, expor as populações de arroz de terras altas sob melhoramento a esse estresse biótico, em várias gerações durante o desenvolvimento do programa. O presente trabalho objetiva relatar como a seleção para resistência à brusone tem sido praticada ao longo do programa de melhoramento de arroz de terras altas, em desenvolvimento pela Embrapa, e apresentar dados que atestam a eficiência do procedimento adotado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Reconhecem-se três fases do programa de melhoramento de arroz de terras altas, quanto à seleção para resistência à brusone. Na primeira fase, que se estendeu até 1992/93, a seleção para resistência à brusone se baseava na intensidade das reações a infecções naturais que ocorriam nas áreas experimentais. Avaliações especiais de resistência eram realizadas apenas para as linhagens dos ensaios comparativos finais, que participavam do VNB. Denomina-se de VNB, viveiro nacional de brusone, uma rede de cooperação de avaliação de resistência à brusone na folha das linhagens elites de todos os programas de melhoramento de arroz no Brasil, estabelecida em 1982. De 1993/94 até 2001/02, segunda fase, todas as progênies de plantas selecionadas nas gerações segregantes eram, paralelamente, avaliadas em "canteiro de brusone", localizado em área altamente sujeita à ocorrência da doença. No canteiro de brusone, o material experimental é semeado em linha de 0,5 a 1 m de comprimento, entre e perpendicular a faixas disseminadoras de in cula, constituídas de quatro fileiras de uma mistura de cultivares suscetíveis, cuja semeadura antecede 30 a 45 dias a do material em avaliação. O espaçamento do material em teste e das faixas disseminadoras deve ser estreito, 10cm, por exemplo, utilizando-se alta densidade de semeadura e alta adubação nitrogenada na base e em cobertura, para favorecer a ocorrência da doença. Na "área do melhoramento", as famílias F3 a F6 (método geneal gico), que se comportavam como suscetíveis nos canteiros de brusone, eram eliminadas, praticando-se a seleção apenas entre as remanescentes. A partir de 2002/03, terceira fase (atual), alterou-se o procedimento de avaliação de resistência à brusone nas gerações segregantes, de modo a permitir avaliação precoce também da produtividade de grãos. Iniciou-se, então, uma seleção entre cruzamentos (biparentais), na geração F2, baseando-se nas informações de uma rede de ensaios de produtividade (ERC), conduzidos em cinco locais. Os cruzamentos selecionados

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Planta, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2213. peixoto@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Biólogo, Ph.D. em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO.

estão sendo submetidos à presença de *P. grisea*, quando apenas plantas F3 sadias são colhidas. Na geração F4, progênies dessas plantas são avaliadas na áreas de melhoramento quanto à arquitetura, resistência ao acamamento etc, e quanto à resistência brusone em canteiros. Na geração seguinte, as famílias F3:5 selecionadas em F4, compõem ensaios de rendimento de famílias, conduzidos nos mesmos locais de instalação dos ERCs. As famílias de alto desempenho, agora como F3:6, são, à semelhança das F3, submetidas à seleção de plantas individuais em ambiente com presença do fungo. As progênies das plantas selecionadas, linhagens já fixadas, são avaliadas de forma similar às F4, e aquelas selecionadas são incorporadas no programa de avaliação de linhagens, que, nas três fases, manteve-se invariante. Para avaliar o efeito da seleção para resistência à brusone nas populações segregantes em canteiro de brusone, a partir de F3, sobre resistência das linhagens elites derivadas, foram utilizados dados de 23 linhagens e cultivares de arroz de terras altas participantes dos ensaios do Viveiro Nacional de Brusone, VNB, que podem ser assim agrupadas: grupo 1: sete cultivares comerciais que foram desenvolvidas na primeira fase; grupo 2: cultivares recém lançadas (3) e linhagens em processo de lançamento (3); e grupo 3: dez linhagens participantes dos atuais ensaios de VCU (2005/06). Os componentes dos grupos 2 e 3 foram desenvolvidos na segunda fase. No VNB ainda não se incluíram linhagens que refletem os efeitos da terceira fase. Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando o procedimento GLM do SAS ( SAS Institute, 1993).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No final da Tabela 1, pode-se observar as médias de brusone nas folhas dos três grupos de linhagens. As linhagens selecionadas com a avaliação desta característica em canteiros desde a geração F3, grupos 2 e 3, são, em média, significativamente menos suscetíveis que as testemunhas, desenvolvidas na fase 1 (grupo 1). Na escala de 1 a 9, enquanto a média do primeiro grupo foi 5,1, as médias dos outros dois são iguais ou menores a 3,1. A comparação da média do grupo 2 (cultivares novas e linhagens em lançamento ) com a do grupo 3 (linhagens ainda em avaliação) evidencia ganho nulo, apontando para necessidade de estabelecer um manejo mais eficiente dos alelos de resistência. Entre as testemunhas, a BRS Primavera é a mais sensível à brusone e a Carajás, a mais resistente. As cinco outras apresentam níveis de resistência intermediários, sendo que a BRS Bonança e BRS Talento se aproximam da Carajás, enquanto a Caiap , a Canastra e BRS Soberana se aproximam da BRS Primavera. No grupo 2, em média mais resistente que o grupo 1, a BRSMT Vencedora se classifica como a mais suscetível, não diferindo, contudo, da BRS Primavera e de outras testemunhas do primeiro grupo. Não se detecta diferenças significativas (Tukey,  $p < 0,05$ ) entre os componentes deste grupo (2), mas todas, com exceção da BRSMT Vencedora, não diferem das linhagens mais resistentes do terceiro grupo, como a BRA01506 e BRA01596. Vê-se também que a BRSMG Curinga, recentemente lançada, e as linhagens CNAs9019, CNAs9025 e CNAs9045, em processo de lançamento, são mais resistentes que a BRS Primavera, mas similares à BRS Bonança e à Carajás. A BRSMG Curinga, além de apresentar um nível de resistência próximo semelhante ao da BRS Bonança, cerca de 50% dos isolados de *P. grisea* virulentos para esta última são compatíveis com a primeira (Morais et al., 2005), evidenciando que ambas apresentam uma certa similaridade genética quanto ao espectro de raças a que resistem. Vê-se pela Tabela 1, que a cultivar BRS Colosso, liberada para plantio comercial, na safra 2004/05, em função do seu alto potencial produtivo, tolerância ao acamamento e excelente qualidade de grãos, se comportou como uma das cultivares mais resistentes à brusone nas folhas. No seu primeiro ano de cultivo extensivo, contudo, foi severamente atacado pela doença na panícula, em algumas regiões. No grupo 3, apesar de, em média, ser significativamente mais resistentes do que o grupo 1, há linhagens com níveis de resistência similares aos de testemunhas mais sensíveis. O melhor desempenho deste grupo pode ser atribuído ao efeito da maior resistência de linhagens como BRA01516 e BRA01596, que não apresentaram, no VNB, nenhuma nota superior a 4 e a 5, respectivamente. A BRA01596 é irmã da BRS Colosso e, em função do fenômeno de quebra de resistência desta, acima relatada, têm-se menos expectativa na maior durabilidade da resistência da nova linhagem.

Outras linhagens do grupo 3, como BRA01600, outra irmã da BRS Colosso, BRA02519, BRA02582 e BRA02601 também se comportaram bem quanto à resistência à brusone, não apresentando nenhuma nota superior a 5. Observa-se, na Tabela 1, que a Caiapó, a BRS Primavera e a BRS Soberana são, entre as testemunhas, as que apresentaram as maiores freqüências de notas superiores a 4, sendo portanto as mais suscetíveis. Entre as novas linhagens, grupo 3, a BRA02514, BRA02598 e MG1096 são as que merecem mais atenção quanto à incidência de brusone, pois a freqüência de notas superiores a 4 chega a 60%. Como sobressaem pela qualidade de grãos, considera-se altamente recomendável introduzir alelos de amplo espectro de resistência à brusone nestas linhagens.

**Tabela 1.** Médias de notas de brusone na folhas, avaliadas no viveiro nacional de brusone (BFvnb), nota máxima observada (BFvnb, máx) e freqüência de notas superiores a 6 (P.6) e 4 (P.4), expressas em percentagem. Total de 24 ensaios dos anos agrícolas 2000/01-2004/05.

<i>Linhagem</i>	<i>Grupo</i>	<i>Tratamento</i>	<i>BFvnb</i> ( <i>X:1-9</i> )	<i>BFvnb</i> <sup>1</sup> ( <i>X + 1</i> ) <sup>1/2</sup>	<i>BFvnb</i> ( <i>Máx</i> )	<i>P &gt; 6</i> (%)	<i>P &gt; 4</i> (%)
BRS Bonança	1	1	4,7	2,3 abcde	9	25	54
Caiapó	1	2	5,7	2,5 ab	9	40	87
Canastra	1	3	4,9	2,4 abcd	8	33	58
Carajás	1	4	4,3	2,2 bcde	9	22	56
BRS Primavera	1	5	6,1	2,6 a	9	54	83
BRS Soberana	1	6	5,4	2,5 abc	9	40	65
BRS Talento	1	7	4,6	2,3 abcde	8	15	60
BRSMG Curinga	2	8	3,5	2,1 bcdef	8	4	39
BRSMT Vencedora	2	9	4,6	2,3 abcde	7	30	74
CNAs9019	2	10	2,5	1,8 ef	9	8	25
CNAs9025	2	11	2,9	1,9 def	8	5	32
CNAs9045	2	12	2,5	1,8 ef	7	6	19
BRS Colosso	2	13	2,6	1,8 ef	6	4	22
BRA01506	3	14	1,6	1,6 f	4	0	0
BRA01596	3	15	1,7	1,6 f	5	0	6
BRA01600	3	16	2,0	1,7 ef	5	0	12
BRA02514	3	17	5,1	2,4 abcde	9	40	60
BRA02519	3	18	2,3	1,8 cde	5	0	20
BRA02535	3	19	2,5	1,8 bcde	5	0	20
BRA02582	3	20	2,7	1,9 bcdef	5	0	20
BRA02598	3	21	3,7	2,1 abcdef	7	20	60
BRA02601	3	22	2,3	1,8 def	4	0	0
MG1096	3	23	4,3	2,2 abcdef	7	20	60
	1	-	5,1	2,4 a	9	32	66
Grupo	2	-	3,1	2,0 b	9	10	35
	3	-	2,9	1,9 b	9	8	26
CV(%)	-	-	40,57	17,54			

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não apresentam, entre si, diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**CONCLUSÃO:** As linhagens de arroz de terras altas desenvolvidas ap s a seleção para resistência à brusone nas gerações segregantes, em canteiro, são, em média, significativamente mais resistentes à doença que as cultivares desenvolvidas sem a utilização desse procedimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morais, O P. de; Castro, E. da M. de; Soares, A A; Guimarães, E. P. Chatel, M. H.; Ospina, Y.; Lopes, A M.; Pereira, J. A; Utumi, M. M.; Centeno, A C.; Brseghello, F.; Guimarães, C. M.; Fonseca, J. R.; Prabhu, A S.; Ferreira, E.; Bassinello, P. Z.; Souza, N. R. de. **BRSMG Curinga, Cultivar de Arroz de Terras Altas de Ampla Adaptação para o Brasil.** Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 114)

Prabhu, A. S.; Guimarães, C. M.; Berni, R. F. **Influência da época de plantio no controle da brusone em folhas de arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco 56, 2001

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide**: statistics, version 6 edition. Cary, 1993. 956p.

## **AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO DE GRÃOS INTEIROS NO BENEFICIAMENTO DE CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM MINAS GERAIS**

RIBEIRO, G.J.T. <sup>1</sup>, SOARES, A. A. <sup>2</sup>, FRAGOSO, F.D. <sup>3</sup>, REIS, M. de S. <sup>4</sup>, CORNÉLIO, V. M. de O. <sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** A colheita antecipada ou tardia afeta a produção de grãos e a qualidade do produto. Os prejuízos da colheita muito cedo são: elevada ocorrência de grãos verdes, gessados e mal formados, que não completaram o seu desenvolvimento. Por outro lado, se a colheita for feita tardiamente, com os grãos apresentando umidade muito baixa, ocorrem perdas por degrana natural, por acamamento, ataque de insetos, pássaros e roedores (EMBRAPA, 1999; Soares, 2001). Entretanto, o maior prejuízo produzido pela colheita tardia (umidade abaixo de 18 %) é a redução no rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, reduzindo drasticamente o valor comercial do produto (Bresseghele & Stone, 1998; EPAMIG, 1983; EMBRAPA, 1999;). Tem-se observado também uma resposta diferenciada das cultivares de arroz, com relação à quebra de grãos durante o beneficiamento, com o atraso da colheita, ou seja, algumas cultivares são mais tolerantes à colheita tardia do que outras. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do atraso na colheita sobre o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento de cultivares e linhagens de arroz de terras altas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho foi realizado em Lavras – MG, utilizando grãos oriundos de parcelas do ensaio comparativo avançado de arroz de terras altas do programa de melhoramento de arroz da UFLA/EPAMIG/Embrapa Arroz e Feijão, conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG, no período de novembro de 2003 a abril de 2004. O referido experimento, que é constituído de 20 tratamentos (cultivares e linhagens), foi instalado em delineamento de blocos ao acaso com três repetições no sistema de plantio convencional. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,4 m entre si. A densidade de semeadura foi de 60 a 70 sementes por metro linear. A adubação e os tratamentos culturais foram realizados de acordo com Soares (2001). Dos 20 materiais testados no ensaio comparativo avançado, foram selecionadas duas cultivares comerciais e oito linhagens para realizar o presente trabalho, ou seja, as cultivares Caiap, BRSMG Conai e as linhagens MG 1093, MG 1084, MG 189, MG 1096, MG 1094, MG 1078, CNAs 10227 e CNAs 10217. Foram colhidos da bordadura de cada repetição das parcelas, 300 g de grãos, aos 30, 40 e 50 dias após a floração. Em seguida, foi determinadas a umidade e a subsequente secagem ao sol até 13 % de umidade. No dia seguinte, procedeu-se à determinação do rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, utilizando o testador de arroz modelo Suzuki.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos para rendimento de grãos inteiros no beneficiamento em função da época de colheita são apresentados nas Figuras 1 e 2. Cada figura traz os resultados de cinco materiais. Dos cinco plotados na Figura 1, a cultivar Caiap foi a mais tolerante ao atraso na colheita, com pequena oscilação positiva no

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de agronomia da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG.

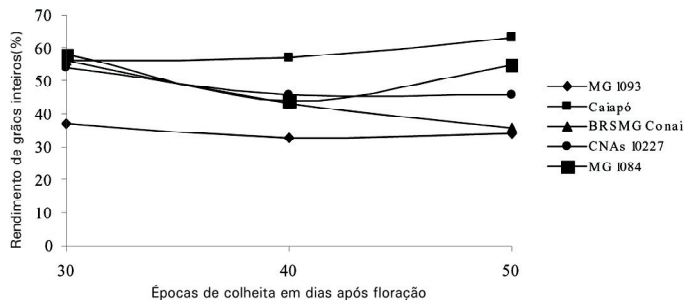
didiagro@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Agricultura da UFLA. aasoares@ufla.br

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de agronomia na Universidade Federal Lavras/ UFLA

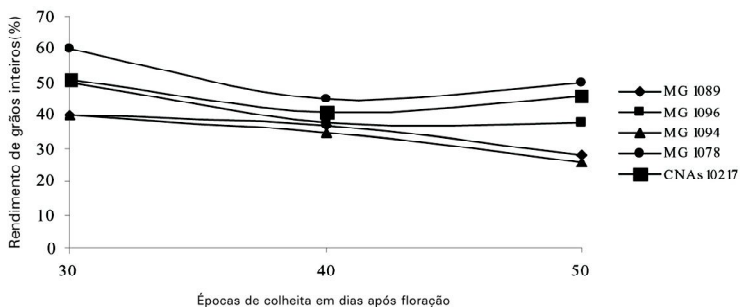
<sup>4</sup> Epamig – Centro tecnológico do sul de Minas. Caixa postal 176 – 37200-000 – Lavras, MG.

rendimento de grãos inteiros. Os demais apresentaram queda de rendimento de inteiros com o atraso na colheita aos 40 dias, na colheita aos 50 dias, mostraram resposta diferenciada com as linhagens MG 1084 aumentando e as linhagens MG 1093 e a CNAs 10227 mantendo se estável e a BRSMG Conai reduzindo.



**Fig. 1.** Rendimento de grãos inteiros de arroz no beneficiamento de duas cultivares e três linhagens de arroz de terras altas, em função de três épocas de colheita. Lavras, 2004.

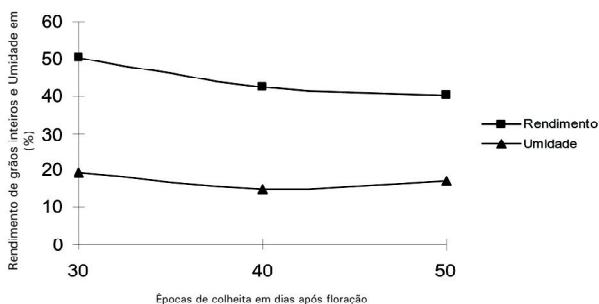
Pela Figura 2, nota-se que todas as linhagens reduziram o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento com o atraso de dez dias, ou seja, de 30 para 40 dias após a floração. Contudo, na colheita aos 50 dias, as linhagens MG 1078 e CNAs 10217 elevaram o rendimento de inteiros, ao contrário da MG 1089 e MG 1094 que reduziram. A MG 1096, por sua vez, manteve-se estável para essa característica. No tocante ao rendimento médio de grãos inteiros, a MG 1089 foi o destaque, seguida da MG 1096.



**Fig. 2.** Rendimento de grãos inteiros de arroz no beneficiamento de cinco linhagens de arroz de terras altas, em função de três épocas de colheita. Lavras, 2004.

A relação entre a umidade de colheita e rendimento de grãos inteiros no beneficiamento apresentada na Figura 3, observa-se que a colheita quando os grãos estavam com a umidade próxima a 20% proporcionou um maior rendimento de inteiros. A tendência é a umidade dos grãos reduzir com o atraso da colheita como se verificou de 30 para 40 dias, entretanto, a umidade subiu de 40 para 50 dias após a floração, ocasionado por chuva e alta umidade relativa do ar. Nesse caso, o rendimento de grãos inteiros continuou decrescendo, uma vez que o trincamento dos grãos ocorrido durante esses dez dias não foi revertido, apesar da umidade no momento da colheita.





**Fig. 3.** Rendimento médio de grãos inteiros de arroz no beneficiamento e umidade média de duas cultivares e oito linhagens de arroz de terras altas, em função de três épocas de colheita. Lavras, 2004.

**CONCLUSÕES:** (1) As cultivares e linhagens respondem de modo diferenciado à época de colheita para o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento; (2) A umidade do grão *per si* não é indicador preciso do ponto de colheita, pois é influenciada pelas condições climáticas no momento da colheita; (3) A cultivar Caiap e a linhagem MG 1096 apresentaram alta estabilidade para o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, em decorrência do atraso na colheita.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. **Tecnologia para terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura de arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 633p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Influência do ponto de colheita na qualidade de grãos de cultivares de arroz**. Belo Horizonte, Epamig, 1983. (relatório de pesquisa apresentado à Embrapa em 1983).

SOARES, A.A. **Cultura do arroz**. Lavras: UFLA, 2001. 111p. (Textos acadêmicos,7).

## DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ VERMELHO PARA A REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

RAMOS<sup>1</sup>, S.R.R.; PEREIRA<sup>2</sup>, J. A., SOBRAL<sup>3</sup>, P.V.C.

**INTRODUÇÃO:** As variedades tradicionais de arroz vermelho cultivado (*Oryza sativa* L.), também conhecido como "arroz da terra", "arroz de Veneza", "arroz Mineiro", "Venez", entre outros, apresentam grande importância socioeconômica para algumas áreas da região Nordeste do Brasil, sendo componente relevante da dieta alimentar das populações (Pereira, 2004). Estas variedades caracterizam-se por apresentar variabilidade, potencialmente útil aos programas de melhoramento genético. Parte dessa variabilidade já foi resgatada por meio das coletas realizadas em vários Estados da região Nordeste

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Caixa Postal 1, 64006-220, Teresina, PI. Fone: (86) 3225-1141. E-mail: srramos@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Embrapa Meio-Norte.

<sup>3</sup> Estudante de Graduação da Universidade Federal do Piauí, Estagiária da Embrapa Meio-Norte.

(Pereira, 2004). Contudo, torna-se necessário o levantamento de informações mais amplas e seguras sobre a similaridade/divergência genética entre os acessos, o que favorece o manejo racional da coleção de germoplasma, além de prover informações sobre a diversidade genética dos acessos a serem utilizados nos programas de melhoramento. De acordo com Rangel et al. (1991), na seleção de parentais deve-se aliar tanto o bom desempenho dos gen tipos quanto as divergências genéticas entre eles. O presente trabalho teve como objetivo quantificar a divergência genética entre 18 acessos de arroz-vermelho pertencentes à coleção de germoplasma da Embrapa Meio-Norte, utilizando dezesseis descritores morfoagronômicos para identificação de acessos divergentes.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, em um Neossolo Flúvico, em regime de sequeiro, no primeiro semestre de 2004. Foram utilizados 18 acessos procedentes de coletas realizadas nos Estados de Alagoas, Pernambuco, Piauí, Paraíba e Rio Grande do Norte (Tabela 1), pertencentes à coleção de germoplasma da Embrapa Meio-Norte. O plantio foi realizado em fevereiro de 2004, sendo as sementes de cada acesso plantadas manualmente. Os acessos foram semeados em fileiras contínuas, sem repetição, sendo cada fileira com 5 m de comprimento e espaçamento de 0,30 m, com densidade de plantio de 50 sementes por metro linear. Os dados foram obtidos de dez plantas selecionadas ao acaso. Foram realizados os tratos culturais e fitossanitários recomendados para a cultura.

**Tabela 1.** Identificação, nome comum e procedência dos acessos de arroz vermelho pertencentes a coleção da Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, 2004.

<i>Identificação</i>	<i>Código do acesso</i>	<i>Nome Comum</i>	<i>Procedência</i>
1	PI 01	Vermelho	Altos – PI
2	RN 01	Vermelho	Caicó – RN
3	PB 01	Vermelho	Pombal – PB
4	PB 02	Vermelho	S.João do Rio do Peixe-PB
5	PB 03	Vermelho	S.João do Rio do Peixe-PB
6	PB 04	Vermelho	S.João do Rio do Peixe-PB
7	PB 05	Vermelho Muruim	S.João do Rio do Peixe-PB
8	PB 06	Vermelho	Uiraúna-PB
9	PB 07	Cáqui vermelho	Uiraúna-PB
10	PB 08	Vermelho	Uiraúna-PB
11	PB 09	Vermelho	Sousa-PB
12	PB 10	Vermelho Anão	Sousa-PB
13	PB 11	Arroz Polion	Paulista-Paraíba
14	PE 01	Arroz Vermelho	Afogados da Ingazeira - PE
15	AL 01 (CA 960014)	Mineiro	Passo de Camaragibe - AL
16	AL 02 (CA 960031)	Vermelho	Belo Monte - AL
17	AL 03 (CA 960032)	Vermelho	Traipu – AL
18	AL 04 (CA 960041)	Vermelho	Penedo – AL

As avaliações foram realizadas com base nos descritores propostos pelo IBPGR-IRRI com inclusões e adaptações realizadas por Fonseca et al. (1981) e Fonseca & Bedendo (1984): altura de plântula (ALPL-cm), altura de planta (ALP-cm), comprimento da folha (COMPF-cm), largura da folha (LF-cm), comprimento da folha bandeira (CFBAND-cm), largura da folha bandeira (LFBAND-cm), comprimento do colmo (COMPCOL-cm), diâmetro do colmo (DCOL-mm), comprimento da panícula (COMPAN-cm), número de ramificações/panícula (NRPN-ud), comprimento do grão com casca (COMPG-mm), largura do grão com casca (LARGG-mm), comprimento do grão sem casca (COMPGSC-mm), largura do grão sem casca (LARGSC-mm), peso de 100 grãos (P100g) e número de panículas/planta (NP/PL-ud). A divergência genética entre os acessos foi estimada com base na análise multivariada, utilizando-se a distância Euclidiana média ( $d_{ij}$ ) como medida de dissimilaridade para determinar o grau de divergência entre os pares de acessos. A

contribuição relativa dos descritores para a divergência foi estimada por Singh (1981) e os grupos foram formados de acordo com o método de otimização de Tocher, ambos descritos em Cruz & Regazzi (1994). As análises foram realizadas com o programa GENES versão Windows (Cruz, 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores mínimos e máximos das distâncias Euclidianas médias entre os pares de acessos foram, respectivamente, 0,36 (acessos 7 e 13 ) e 2,13 (acessos 12 e 18 ). O cálculo das distâncias permitiu a formação de quatro grupos (Tabela 2), procedentes de doze municípios de cinco Estados da região Nordeste. Não foi possível verificar grupos com formação de acessos provenientes de um único Estado. Tal fato sugere que há semelhança morfoagronômica entre os acessos de variedades tradicionais de arroz vermelho, mesmo considerando as diferentes procedências e condições ambientais. Provavelmente, o intercâmbio de sementes entre os agricultores das diferentes áreas de plantio permitiu a troca de germoplasma e a maior proximidade genética entre acessos. De fato, é tradição das famílias rurais do Nordeste, além de produzir e guardar sua própria semente, selecionar, trocar e experimentar sementes de outros produtores (Almeida & Cordeiro, 2002). Os dados obtidos permitiram constatar a formação de quatro grupos de dissimilaridade, demonstrando a existência de relativa diversidade genética entre os acessos, não se verificando, entretanto, a concordância entre o agrupamento dos acessos e as diferentes procedências. Valores máximos de  $d_{ij}$ (2,13) foram obtidos entre os grupos III (acesso AL 01) e IV (PB 10), indicando que o inter cruzamento entre estes acessos pode ser indicado para obtenção de gen tipos superiores nas gerações segregantes, desde que os mesmos possuam características agrônômicas de interesse. Os descritores que mais contribuíram para a divergência foram, em ordem decrescente de importância: comprimento do colmo (40,43%), altura da planta (39,65%), número de panículas/planta (5,99%) e comprimento da folha bandeira (1,90).

**Tabela 2.** Agrupamento de 18 acessos de arroz-vermelho, baseado na dissimilaridade genética obtida pela distância Euclidiana Média e no agrupamento pelo método de Tocher, utilizando descritores morfoagronômicos. Teresina, PI, 2004.

Grupos	Acessos <sup>1</sup>
I	7 ( PB ) 13 ( PB ) 6 ( PB ) 10 ( PB ) 11 ( PB ) 1 ( PI ) 3 ( PB ) 5 ( PB ) 8 ( PB ) 14 ( PE ) 16 ( AL ) 17 ( AL )
II	9 ( PB ) 18 ( AL ) 2 ( RN )
III	15 ( AL )
IV	12 ( PB )

<sup>1</sup> PB - Paraíba; PI - Piauí; PE - Pernambuco; AL- Alagoas; RN- Rio Grande do Norte.

**CONCLUSÃO:** Os descritores que mais contribuíram para a divergência foram, em ordem decrescente, comprimento do colmo, altura da planta e número de panículas/planta. A identificação de acessos divergentes contribui para indicação daqueles prioritários para integrar as ações do programa de melhoramento de arroz vermelho desenvolvido pela Embrapa Meio-Norte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P.; CORDEIRO, A. **Semente da paixão:** estratégia comunitária de conservação de variedades locais no semi-árido. Rio de Janeiro:AS-PTA, 2002.72 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes** (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa:UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ.,1994. 490 p.

FONSECA, J.R.; BEDENDO, I.P. **Características morfológicas, agrônômicas e fenológicas de algumas cultivares de arroz.** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1984. 58p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 3).

FONSECA, J.R.; RANGEL, P.H.N.; PRABHU, A.S. **Características botânicas e agrônômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.).** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1981. 13. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica,14).

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

RANGEL, P.H.N.; CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R.; FERREIRA, R.P. Selection of local lowland rice cultivars based on multivariate genetic divergence. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, V.14, n. 2, p. 437-453, 1991.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, v.41, n. 2, p.237-245, 1981

## SSR MARKER POLYMORPHISM IN RECURRENT SELECTION POPULATIONS CG3 AND CNA6

BRESEGHELLO<sup>1</sup>, F., SCHMIDT<sup>2</sup>, A. B., PESSOA FILHO<sup>3</sup>, M. A. P. de C., CATELAN<sup>4</sup>, R. C., FERREIRA<sup>5</sup>, M. E.

**INTRODUCTION:** Recurrent selection is a breeding program in which selection and recombination are done cyclically and continuously. In this scheme, the expectation is that the population mean advance in the direction of the selection applied, and that genetic variability is not markedly reduced, in a way that continuous gains can be achieved. However, some loss of variability is a natural consequence of selection, thus it should be monitored. Information provided by molecular markers allows monitoring the variability remaining in the population (Courtois et al., 2005). The objective of this study was to quantify the allele diversity in the upland rice recurrent selection populations CG3 and CNA6, through the analysis of 16 unlinked SSR markers.

**MATERIAL AND METHODS:** The populations used in this study are part of the upland rice pre-breeding program at Embrapa Rice and Beans. CNA6 is a wide genetic base population recombined by means of a male-sterile gene (Chatel and Guimarães, 1995), whereas CG3 is a elite germplasm-based population recombined manually, in a partial diallel scheme. Both populations were submitted to two cycles of recurrent selection based on evaluation of S0:2 families. However, CNA6 was previously submitted to two cycles of mass selection. DNA was extracted from 96 families each population, by bulking leaf tissue from 6 plants per family, such that both alleles could be detected with high probability. The generation used was F1:4 in the case of CG3, and F1:3 in the case of CNA6. Sixteen fluorescent-labeled SSR markers were analyzed, however one marker failed in the population CG3.

Alleles were detected in a DNA sequencer ABI3700 (Applied Biosystems). Total alleles correspond to all fragment sizes detected in the sequencer. Common alleles are those found in at least 5 families, out of the 96 analyzed. Effective allele number is the theoretical number of equally-frequent alleles that would result in the same frequency of heterozygosity in a random mating population ( $N_e = 1/p_2i$ ; Hartl and Clark, 1997).

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533 2155. flavio@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Estudante de P s-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina.

<sup>3</sup> Estudante de P s-graduação, Universidade de Brasília.

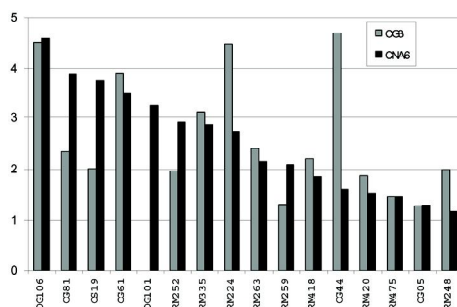
<sup>4</sup> Estudante de P s-graduação, Universidade Católica de Brasília.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF.

**RESULTS AND DISCUSSION:** The average number of alleles detected in CG3 and CNA6 was 7.6 and 11.4, respectively (Table 1). Those numbers represent an intermediate to high genetic diversity, compared to other studies (Lu et al.,2005; Xu et al. 2005). CNA6 was synthesized from many landraces (Morais et al. 1997), whereas CG3 derives from elite material. The wider genetic base of CNA6 was reflected in the presence of more rare alleles. The highest number of alleles detected in CG3 was 13 alleles at RM224. In CNA6, seven out of the 16 markers tested detected more than that number, and two markers (OG106 and RM335) detected as many as 18 alleles in the 96 families. Besides the wider diversity among parents used in the synthesis of CNA6, recombination by male-sterility in the field creates opportunities for gene inflow from neighboring plots. CG3 is recombined manually, thus only new mutations or planned introgressions can increase allele diversity. On the other hand, the numbers of common alleles are very similar between the populations, and the number of effective alleles in CG3 is higher than in CNA6 (Figure 1). Those data indicate that allele frequencies in CG3 are more uniform, and a surprising consequence of this observation is that the expected heterozygosity in CG3 is slightly higher, despite its narrower genetic base compared to CNA6. Besides preventing stranger pollen inflow, manual crossing offers the possibility of recombining the population in a balanced scheme, which also contributes to prevent genetic drift.

**Table 1.** Number of total, common and effective alleles detected in the populations CG3 and CNA6 on 16 unlinked SSR markers.

Marker	CG3			CNA6		
	Total	Common	Effective	Total	Common	Effective
OG05	6	2	1.28	10	3	1.29
OG101	-	-	-	14	4	3.25
OG106	11	5	4.52	18	5	4.59
OG44	11	7	4.71	4	2	1.61
OG61	8	4	3.91	16	5	3.51
OG81	7	4	2.35	10	5	3.89
OS19	6	3	2.01	7	5	3.75
RM224	13	5	4.49	6	5	2.74
RM248	10	3	1.99	7	2	1.17
RM252	5	2	1.97	7	4	2.94
RM259	9	3	1.31	16	4	2.08
RM263	4	3	2.42	11	3	2.15
RM335	9	5	3.13	18	3	2.90
RM418	5	3	2.23	15	4	1.85
RM420	5	2	1.87	8	2	1.53
RM475	5	2	1.45	16	3	1.45
Average	7.6	3.5	2.64	11.4	3.7	2.54



**Fig. 1.** Comparison of the effective number of alleles detected in each population, on 16 SSR loci. Marker OG101 was genotyped on CNA6 only.

**CONCLUSIONS:** This study demonstrated that the recurrent selection populations CG3 and CNA6 have relatively high genetic diversity, which is favorable for recurrent selection. Additionally, the study provided evidences that allele diversity is more uniformly distributed in CG3 than in CNA6, which may be related to the differences in the group of parents used for synthesis, and the fact that CG3 is manually recombined, whereas CNA6 is randomly recombined with help of a male-sterility gene.

## REFERENCES

- CHATEL, M., E.P., GUIMARÃES. 1995. Selección Recurrente con Androesterilidad en Arroz CIRAD/CIAT, Cali, Colômbia.
- COURTOIS, B., D. FILLOUX, N. AHMADI, J.-L. NOYER, C. BILLOT, E.P.
- GUIMARÃES. 2005. Using molecular markers in rice population improvement through recurrent selection, p. 52-74, In E. P. Guimarães, ed. Population Improvement: A Way of Exploiting the Rice Genetic Resources of Latin America. FAO, Rome.
- HEDRICK, P.W. 2005. Genetics of Populations. 3 ed. Jones and Bartlett, Sudbury. Hartl, D., and A. Clark. 1997. Principles of Population Genetics Sinauer, Sunderland.
- LU, H., M.A. REDUS, J.R. COBURN, J.N. RUTGER, S.R. MCCOUCH, AND T.H. TAI. 2005. Population structure and breeding patterns of 145 US rice cultivars based on SSR marker analysis. *Crop Science* 45:66-76.
- MORAIS, O.P., E.M. CASTRO, E.P. SANT'ANA. 1997. Selección recurrente en arroz de secano em Brasil, p. 99 - 115, In E. P. Guimarães, ed. Selección Recurrente en Arroz. CIAT, Cali, Colombia.
- XU, Y.B., H. BEACHELL, S.R. MCCOUCH. 2004. A marker-based approach to broadening the genetic base of rice in the USA. *Crop Science* 44:1947-1959.

## CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO PROMISSORAS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

CUTRIM<sup>1</sup>, V. dos A. CAMPOS<sup>2</sup>G. W. de, FONSECA<sup>1</sup>, J.R., BASSINELLO<sup>1</sup>, P. Z.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo de arroz irrigado no Estado de São Paulo predomina nas regiões de Assis e Vale do Paraíba. Este sistema de cultivo, que ocupa cerca de 1/3 da área plantada, responde por 2/3 da produção total de cerca de 100 mil toneladas. Em São Paulo o Vale do Rio Paraíba do Sul tem um potencial de 45.000 hectares de várzeas com terras planas e férteis disponíveis, entretanto, apenas 15.000 hectares são explorados. Atualmente são plantadas poucas cultivares, com predominância da EPAGRI 109 que segundo a CATI (Núcleo de Produção de Semente de Taubaté) ocupa 90% da área plantada, o que representa um grande risco para uma região de cultivo intensivo. No presente trabalho procurou-se identificar cultivares e linhagens com alto potencial produtivo e resistência a estresses bióticos e abióticos para a região, com o objetivo de aumentar a diversidade genética e dar maior opção aos produtores.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Em trabalho conjunto, a Embrapa e a CATI (Núcleo de Produção de Semente de Taubaté), nos anos agrícolas de 2001/02 a 2003/04 conduziram sete

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, Cep. 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO  
cutrim@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, CATI – Núcleo de Produção de Sementes de Taubaté, - Cep. 12050-730 Taubaté - SP

ensaios de avaliação do Valor de Cultivo e Uso (VCU), nos Municípios de: Taubaté, Tremembé, Caçapava e Pindamonhagaba, os ensaios foram constituídos por 12 cultivares e linhagens incluindo as testemunhas BR-IRGA 409 e EPAGRI 109, no delineamento experimental de Bloco ao Acaso com quatro repetições. As parcelas foram formadas por seis sulcos de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,20 m entre sulcos e densidade de semeadura de 100 sementes por metro linear, sendo a área útil da parcela formada por quatro metros dos quatro sulcos centrais. A produtividade de grãos foi transformada em kg/ha após a correção da umidade para 13%. Os dados de qualidade industrial e culinária dos grãos foram obtidos no laboratório da Embrapa Arroz e Feijão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Dos 12 materiais avaliados três cultivares e três linhagens se mostraram promissoras para o cultivo no estado. Na Tabela 1 encontram-se os dados do número de dias para a colheita, da produtividade média de grãos e dados de qualidade industrial e culinária das seis cultivares e linhagens promissoras para o Estado de São Paulo, avaliadas nos ensaios de VCUs de 2001/02 a 2003/04. São cultivares e linhagens de ciclo vegetativo e produtividade bem diferenciados. Segundo Breseghello et al. (1998), a escolha da cultivar é uma das decisões determinantes do sucesso da lavoura de arroz, influenciando todo o manejo a ser adotado. É importante esclarecer que não existe a cultivar ideal, e sim cultivares com aptidões que devem ser exploradas corretamente para a obtenção do melhor resultado. As cultivares BRS Biguá e BRS Jaburu e a linhagem CNAi 8569 são classificadas como de ciclo tardio, a cultivar Ourominas e a linhagem CNAi 8622 de ciclo médio e a linhagem CNAi 8870 de ciclo precoce. Superaram a testemunha de ciclo precoce BR-IRGA 409 em 19,5 e 13,3% respectivamente. O único material de ciclo precoce (CNAi 8870), apresentou produtividade semelhante a da referida testemunha. O coeficiente de variação médio dos ensaios foi de 11,8%, considerado bom para experimentos no sistema de cultivo de irrigação por inundação, o que confere confiabilidade aos resultados apresentados.

**Tabela 1.** Número de dias para a colheita, produtividade média de grãos (Prodm), rendimento de grãos inteiros (INT %), teor de amilose (TA %), temperatura de gelatinização (TG, notas de 1 a 7), comprimento (C, notas de 1 a 9), largura (L, notas de 1 a 7) e incidência de manchas brancas (CB, notas de 1 a 5), em grãos beneficiados das cultivares e linhagens promissoras dos ensaios de VCU conduzidos no Estado de São Paulo nos anos agrícolas de 2001/02 a 2003/04.

Cultivares/ Linhagens	Dias para colheita	Prodm	Características de grãos <sup>1</sup>						
			INT	TA	TG	C	L	CB	
CNAi 8569	147	5893	59	31	6	3	3	3	
BRS Biguá	142	5588	68	31	3	3	4	3	
CNAi 8622	136	5308	63	32	3	1	4	3	
Ourominas	136	5179	61	31	3	3	3	3	
BRS Jaburu	146	5008	62	31	7	3	3	3	
CNAi 8870	125	4838	64	31	7	3	3	3	
BR IRGA 409	125	4931	64	31	3	3	3	3	
EPAGRI 109	141	4571	65	31	7	3	3	3	
Ensaios		7							
Média		5266							
CV %		11.8							

<sup>1</sup> Fonte: MARRINEZ & CUEVAS (1989)

A qualidade dos grãos do arroz é expressa pelo rendimento de grãos inteiros, classe, tipo e qualidade culinária. Todos estes aspectos são determinados pela cultivar e pelo manejo da cultura (Castro et al, 1999). Portanto, é necessário esclarecer que somente a cultivar não garante a qualidade, mas fornece as bases para se buscar um produto de alta qualidade. Além da escolha da cultivar, alguns cuidados devem ser tomados para garantir a alta qualidade do produto: colher no momento correto e fazer a secagem e o armazenamento de forma adequada. Descuidos nesse sentido podem gerar perdas acentuadas em qualidade, especialmente quanto ao rendimento de grãos inteiros no beneficiamento. Na Tabela 1 constam os dados de qualidade de grãos das cultivares e linhagens promissoras para o Estado de São Paulo, todas

são de grãos agulhinha (classe longo-fino). As cultivares BR-IRGA 409 e EPAGRI 109 são reconhecidas pela alta capacidade de produzirem grãos inteiros, entretanto, os materiais promissores à exceção da linhagem CNAi 8569 são similares às duas quanto a esta característica. Com relação às demais características da Tabela 1, todas as cultivares e linhagens também foram semelhantes às testemunhas. Todas apresentaram TA alto, sendo que as cultivares BRS Biguá e Ourominas e a linhagem CNAi 8622 apresentaram TG alta (nota 3) igual à EPAGRI 109, já a cultivar BRS Jaburu e as linhagens CNAi 8569 e CNAi 8870 TG baixa igual à BR-IRGA 409. A classe de grãos (longo-fino) e o índice de manchas brancas estão dentro dos padrões do consumidor brasileiro.

A qualidade culinária do arroz é uma característica que depende basicamente da cultivar e é função das propriedades físico-químicas do grão, sendo pouco influenciada pelo ambiente. Entretanto, a maturação p s-colheita, decorrente das alterações que ocorrem nestas propriedades nos grãos armazenados afeta a qualidade culinária do arroz, tornando os grãos mais macios e soltos ap s o cozimento. O tempo necessário para a maturação p s-colheita difere entre as cultivares e linhagens. Na Tabela 2 observa-se que a cultivar Ourominas e a linhagem CNAi 8622 podem ser consumidas logo ap s a colheita, por apresentarem seus grãos soltos ap s o cozimento, enquanto a cultivar BRS Biguá necessita de um período superior a 80 dias para atingir o ponto adequado para o consumo.

Tabela 2. Testes de cocção com diferentes dias após a colheita para as cultivares e linhagens.

Cultivares / Linhagens	Dias após a colheita				
	30	60	80	115	140
CNAi 8569	LP	LP	LP	S	S
BRS Biguá	P	P	P	S	S
CNAi 8622	S	S	S	S	MS
Ourominas	S	S	S	S	MS
BRS Jaburu	LP	S	S	S	S
CNAi 8870	LP	LP	LP	S	S
BR-IRGA409	LP	LP	LP	S	S

P= Pegajoso; LP= Ligeiramente pegajoso; S= Solto; MS= Muito solto.

**CONCLUSÕES:** Todas as cultivares e linhagens apresentadas neste trabalho possuem potencial produtivo e características agrônômicas e culinárias adequadas para serem recomendadas para cultivo no sistema de irrigação por inundação no Estado de São Paulo. As cultivares BRS Biguá e BRS Jaburu foram lançadas em 2002 para os Estados de Goiás, Tocantins, Pará e Roraima, havendo disponibilidade de semente certificada com produtores de semente do Tocantins. Da cultivar Ourominas lançada para Minas Gerais e Mato Grosso do Sul e da linhagem CNAi 8870 em processo de lançamento para São Paulo e Rio Grande do Sul com a denominação de BRS Fronteira, ainda não há semente certificada no mercado, entretanto, suas sementes básicas estão sendo produzidas pela Embrapa, devendo ser disponibilizadas nos pr ximos anos. Das linhagens CNAi 8569 e CNAi 8622 a Embrapa Arroz e Feijão dispõe apenas de estoques de semente genética.

## REFERÊNCIAS

- BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. da M. de; MORAIS, O.P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161p.
- CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).
- MARTINEZ, C. ; CUEVAS, F. **Evaluaci n de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Guía de estudio. 3 ed. Cali. CIAT, 1989. 75p. (CIAT. Serie 04SR-07.01).



## Avaliação de Germoplasma Nativo de Arroz 'Lageado' para Resistência à Brusone Nas Folhas

PRABHU<sup>1</sup>, A .S., SILVA<sup>2</sup>, G. B., FILIPPI<sup>3</sup>, M. C., FONSECA<sup>4</sup>, J.R.

**INTRODUÇÃO:** Nos sistemas tradicionais de cultivo de arroz as doenças raramente alcançam danos significativos. Os danos causados por *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. [= *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr], nas cultivares nativas ou raças em geral não são significativos, porque na região de origem as plantas altamente suscetíveis foram eliminadas tanto por seleção natural quanto artificial. O germoplasma nativo submetido a longos períodos de seleção natural tem grande valor para o melhoramento visando resistência à brusone. Quando as cultivares nativas são substituídas pelas modernas essas tornam-se cada vez mais uniformes e suscetíveis (Harlan, 1976). O estreitamento da base genética tem sido a principal causa da baixa durabilidade da resistência à brusone das cultivares melhoradas no último século e a tendência é a mesma para o século 21. A caracterização do germoplasma nativo coletado no Brasil mostrou grande diversidade em resistência às doenças (Fonseca et al., 1982). Uma das principais prioridades de pesquisa envolve a identificação de fontes apropriadas de resistência à brusone no germoplasma nativo, para ampliar as bases genéticas das cultivares no programa de melhoramento. A busca de fontes de resistência requer a avaliação do germoplasma nativo disponível no BAG (Banco Ativo de germoplasma) sob condições naturais de infecção de brusone, no campo e em condições artificiais de inoculação em casa de vegetação, com raças específicas de *P. grisea*. Algumas entradas do BAG registradas com o mesmo nome mostraram reações diferentes indicando a importância de avaliação e seleção de genótipos resistentes para o uso posterior no desenvolvimento das cultivares. Entre raças regionais que mais destacaram inclui 'Lageado' (Coradin & Fonseca, 1982). A raça 'Lageado' apresenta uma produção média de 4.000 kg/ha, possui características bastante úteis como ciclo longo (160 a 180 dias), adaptação em várzeas e certo grau de resistência à brusone. Nos testes anteriores no campo e de VNB (Viveiro Nacional de Brusone) alguns acessos de 'Lageado' apresentaram baixa severidade e foram resistentes em dois ou três locais, indicando a presença de genes maiores de resistência. Estes materiais não foram adequadamente explorados para determinação do grau de resistência.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram avaliados 32 acessos de 'Lageado' registrados no BAG, para resistência à brusone em viveiro, na fazenda Palmital de Embrapa arroz e Feijão, no município Brazabantes, GO.

A coleta dos acessos originalmente foi feita junto a pequenos produtores dos Estados do Maranhão e Piauí, onde a cultura é tradicional. Em cada propriedade visitada foram coletadas cerca de 50 plantas de cada população e três panículas/planta, de modo que representassem a variabilidade de população (Coradin & Fonseca, 1982). Estes acessos foram coletados em diferentes propriedades e posteriormente linhas derivadas de uma panícula foram multiplicadas para caracterização botânica. Para avaliação da brusone os acessos de 'Lageado' foram semeados em covas com seis a oito sementes e no espaçamento de 10 cm entre covas. Uma bordadura infestante com cultivares suscetíveis de arroz irrigado foi instalada aos 30 dias antes de plantio. Utilizou-se o delineamento de blocos inteiramente casualizados com três repetições. A severidade da brusone nas folhas foi avaliada utilizando uma escala de dez graus (Nottingham, 1981) após 30 dias de plantio. Foi realizada a análise de variância utilizando dados transformados ao arco sen<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Biólogo, Ph D. em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa POSTAL 179, Sto. Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000. prabhu@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO. Bolsista DCR/CNPQ

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, / Doutor em Fitotecnia,, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Todos os acessos foram suscetíveis nas condições naturais de infecção no campo (Tabela 1). O agrupamento das médias dos acessos, utilizando o método de análise de 'cluster' segundo teste de Scott & Knott (1974), mostrou três grupos distintos. Doze acessos apresentaram altamente suscetíveis, 17 moderadamente suscetíveis e três suscetíveis, considerando severidade média da brusone nas folhas. Entre os gen tipos testados, somente dois acessos (CA 790387 e CA 790101) apresentaram resistência comparável com a testemunha Nanicão. Os testes com grau de resistência parcial destas com isolados virulentos estão em andamento.

Tabela 1. Número de acessos do BAG, local de coleta e severidade de brusone nas folhas (SBF), em condições naturais de infecção no viveiro da brusone na Fazenda Palmital, município de Brazabantes-GO.

Nº de acesso	Local de coleta	SBF (%)	Grau de suscetibilidade
CA 790368	Lima Campos (MA)	58,243a <sup>2</sup>	AS
CA 790367	- (MA)	56,767 a	AS
CA 790369	S.A .Lopes (MA)	51236 a	AS
CA 790001	São João dos Patos (MA)	47,837 a	AS
CA 790398	Grazail (MA)	47,835 a	AS
CA 790292	Bacabal (MA)	45,624 a	AS
CA 840118	Novo Griente (MA)	45,314 a	AS
CA 790370	Monção (MA)	44,651 a	AS
CA 790029	São João dos Patos (MA)	44,387 a	AS
CA 790393	Lagoa de Pedra (MA)	41,341 a	AS
CA 800169	Paulo Ramos (MA)	39,029 a	AS
CA 790287	Bom Jardim (MA)	36,767 a	AS
CA 790388	Santa Luzia (MA)	36,025 b	MS
CA 790390	D.Pedro (MA)	34,449 b	MS
CA 790305	Pedreiras (MA)	33,645 b	MS
CA 790391	D.Pedro (MA)	33,128 b	MS
CA 790377	Eugenio (MA)	32,292 b	MS
CA 790345	Bacabal (MA)	30,785 b	MS
CA 790382	Santa Luzia (MA)	30,160 b	MS
CA 790394	Pindaré Mirim (MA)	29,539 b	MS
CA 790378	G.Dias (MA)	29,130 b	MS
CA 790400	Viitorino Freira (MA)	28,945 b	MS
CA 790381	P. Dutra (MA)	28,884 b	MS
CA 790371	Lago da Pedra (MA)	26,710 b	MS
CA 790324	Bacabal (MA)	25,605 b	MS
CA 790234	Bacabal (MA)	24,030 b	MS
CA 790279	Bacabal (MA)	23,290 b	MS
CA 790380	P. Dutra (MA)	21,683 b	MS
CA 790372	P. Dutra (MA)	19,864 b	MS
CA 790387	Tuntum (MA)	14,169 c	S
CA 790101	São João dos Poleiros (MA)	3,681 c	S
CA 810023	(Test.) <sup>1</sup>	-	S
		2,389 c	S

<sup>1</sup>Cultivar Nanicão utilizado como testemunha

<sup>2</sup>As médias seguidas da mesma letra , na mesma coluna, não diferem estatisticamente de acordo como teste de Scott & Knott.

<sup>3</sup>AS = altamente suscetível; MS = moderadamente suscetível; S = suscetível.

**CONCLUSÕES:** Dois acessos de germoplasma registrados no BAG como 'Lageado' foram promissores para exploração de grau de resistência parcial.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J.R.; RANGEL, P,H.N.; BEDENDO, I.P.; SILVEIRA, P.M.;GUIMARÃES, E.P.;CORADIN,L. Características botânicas e agrônômicas de cultivares e raças regionais de arroz (*Oryza sativa* L. ) coletada no Estado do Maranhão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, EMBRAPA/CENARGEN, 1982. 42p. (EMBRAPA-CNPAP . Boletim de pesquisa 1).

CORADIN, L.; FONSECA, J.R. Coleta de germoplasma de arroz no Estado do Maranhão. Brasília, 1982. p.19 (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 2).

HARLAN, J.R. Diseases as a factor in plant evolution. **Annual Review of Plant Pathology**, v. 14, p.31-51, 1976

NOTTEGHEM, J.L. Cooperative experiment on horizontal resistance to rice blast. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Blast and Upland Rice: Report and Recommendations From the Meeting for International Collaboration in Upland Rice Improvement. Los Baños. 1981. pp.43-51.

SCOTT, A .J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

## CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ VERMELHO CULTIVADO

PEREIRA<sup>1</sup>, J. A ; RAMOS, S. R. R.<sup>2</sup>; SOBRAL<sup>3</sup>, P.V.C.

**INTRODUÇÃO:** O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) foi introduzido no Brasil no século XVI, na então Capitania de Ilhéus, mas s começou a ter maior importância no século seguinte, quando colonos oriundos do Arquipélago dos Açores o trouxeram para o Maranhão. Atualmente ele é cultivado por pequenos agricultores da Região Nordeste, principalmente nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Bahia e Alagoas (Pereira, 2004; Pereira & Ramos, 2004). O seu cultivo é praticado com sementes “crioulas” ou variedades locais, as quais são selecionadas e mantidas pelas comunidades tradicionais, num processo que favorece a ampliação e manutenção da variabilidade genética útil aos programas de melhoramento, como confirmado por Fonseca et al. (2004). Contudo, verifica-se que essas variedades estão submetidas a um intenso processo de erosão genética, seja pela concorrência da indústria do arroz branco, seja pelas secas ou pelo acelerado êxodo rural na região produtora (Daninha no Sul..., 2006), fato já comprovado para diversas variedades tradicionais de outras espécies na região Nordeste do Brasil (Queiroz, 1993). Considerando que, a partir da caracterização dos acessos é possível identificar, de forma preliminar, características úteis aos programas de melhoramento genético, este trabalho teve por objetivo caracterizar morfoagronomicamente, 18 acessos de arroz vermelho cultivado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, em um Neossolo Flúvico, em regime de sequeiro, no primeiro semestre de 2004. Foram avaliados 18 acessos de arroz vermelho cultivado, coletados na Região Nordeste e pertencentes à Coleção de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte (Tabela 1). As sementes dos acessos foram semeadas em fileiras contínuas, sem repetição, com 5 m de comprimento, na densidade de 50 sementes por metro linear de sulco, adotando-se o espaçamento de 0,30 m entre as linhas. Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura. Os dados foram obtidos de dez plantas selecionadas ao acaso, sendo as avaliações realizadas com base nos descritores propostos pelo IBPGR-IRRI, com inclusões e alterações realizadas por Fonseca et al. (1981) e Fonseca & Bedendo (1984): altura de planta (ALP-cm), comprimento da folha bandeira (CFB-cm)), largura da folha bandeira (LFB-cm), diâmetro do colmo principal (DCP-mm), comprimento da panícula (CDP-cm), número de ramificações/panícula (NRP-ud), comprimento do grão descascado (CGD-mm), largura do grão descascado (LGD-mm), peso de 100 grãos (P100-g) e número de panículas/planta (NP/P-ud). A análise descritiva foi realizada por meio do programa GENES - versão Windows (Cruz, 2001).

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Embrapa Meio-Norte. Teresina (PI). Postal 1, 64006-220, Teresina (PI). Fone: (86) 3225-1141. E-mail: almeida@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento, Embrapa Meio-Norte.

<sup>3</sup> Estudante de Graduação da Universidade Federal do Piauí, Estagiária da Embrapa Meio-Norte.

**Tabela 1.** Valores médios apresentados pelos acessos tradicionais de arroz-vermelho por meio da utilização de descritores quantitativos. Teresina, PI, 2004.

Acessos / Descritores	CFB (cm)	LFB (cm)	CCP (cm)	DCP (mm)	FLO (dia)	NRP (unid)	NP/P (unid)	CDP (cm)	CGD (mm)	LGD (mm)	P100 (g)
PI 01	32,55	1,31	98,40	3,68	82	10	18	26,35	5,72	2,70	2,78
RN 01	39,65	1,68	123,86	4,68	75	10	10	24,96	6,42	2,82	3,14
PB 01	34,98	1,36	95,69	4,56	72	10	12	23,87	6,18	2,89	3,00
PB 02	28,00	1,34	70,40	3,18	80	11	17	22,68	6,05	2,55	2,49
PB 03	34,05	1,35	89,20	3,75	79	9	10	24,40	6,17	2,91	3,96
PB 04	29,90	1,38	61,90	4,57	78	11	13	23,85	5,60	2,92	2,81
PB 05	30,45	1,42	60,65	4,02	82	12	20	24,02	5,59	2,72	2,49
PB 06	36,27	1,49	108,49	4,48	67	9	11	26,27	6,28	2,79	3,09
PB 07	38,10	1,94	102,34	5,33	68	9	16	26,68	6,79	2,49	3,21
PB 08	29,57	1,53	72,29	4,33	74	10	9	23,64	6,08	2,84	2,80
PB 09	35,23	1,61	78,00	3,77	73	11	14	24,95	5,85	2,84	3,28
PB 10	32,50	1,52	54,60	4,97	81	11	16	23,65	4,95	2,43	2,40
PB 11	25,80	1,51	58,85	4,23	82	12	20	24,70	5,59	2,71	2,48
PE 01	32,15	1,51	105,53	4,77	67	10	9	25,94	6,27	2,87	3,51
AL 01	37,18	1,98	99,26	4,42	80	14	14	25,40	6,56	2,93	2,80
AL 02	38,45	1,40	82,26	5,26	87	11	25	27,50	6,00	2,39	3,19
AL 03	36,09	1,19	92,69	4,28	79	9	42	23,55	6,26	2,85	3,05
AL 04	42,60	1,82	105,90	5,26	80	12	13	28,95	7,36	2,57	2,54

<sup>1</sup>CFB- comprimento da folha bandeira, LFB -largura da folha bandeira, CCPcomprimento do colmo principal, DCP- diâmetro do colmo principal, FLO - floração, NRP- número de ramificações/panícula, NP/P- número de panículas/planta, CDPcomprimento da panícula, CGD- comprimento do grão descascado, LGD- largura do grão descascado e P100 - peso de 100 grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os caracteres morfológicos são de alta herdabilidade e pouco influenciados pelo ambiente e, por esta razão, bastante utilizados como parâmetros para identificação de uma variedade, já os caracteres agrônômicos, em geral de baixa herdabilidade, são fortemente influenciados pelo ambiente e, por conseguinte, menos recomendados para igual fim (Fonseca et al., 2004). Neste estudo, os caracteres agrônômicos foram o ciclo até a floração (FLO), o comprimento da panícula (CDP), o comprimento do grão descascado (CGD), a largura do grão descascado (LGD), o peso de 100 grãos (P100) e o número de panículas por planta (NP/P). O comprimento da folha bandeira (CFB) variou de 25,8 cm ('PB 11') a 42,6 cm ('AL 04'), enquanto a largura da folha bandeira (LFB) oscilou de 1,19 cm ('AL 03') a 1,98 cm ('AL 01'). Um grupo de acessos ('PB 02', 'PB 04', 'PB 05', 'PB 10' e 'PB 11') apresentou o comprimento do colmo principal (CCP) inferior a 80 cm, portanto, sendo todas consideradas semi-anãs, indicando que, provavelmente, já são variedades derivadas do cruzamento natural entre uma cultivar de arroz vermelho tradicional da Paraíba ('PB 01') e as cultivares de arroz branco 'BR IRGA 409' e 'IR 8', já que as duas últimas vêm sendo plantadas nas mesmas áreas há mais de 20 anos. Os acessos 'PB 07', 'AL 02' e 'AL 04' são os que têm os colmos mais grossos, com diâmetro do colmo principal (DCP) superior a 5 mm. Por se tratar de uma característica muito importante, já que está diretamente associada à resistência da planta ao acamamento, as três variedades são, assim, fontes de genes para os programas de melhoramento do arroz. Do mesmo modo, como a maioria dos acessos apresentou ciclo médio, destacaram-se pela precocidade o 'PB 06' (67 dias para a floração), o 'PB 07' e o 'PE 01' (67 dias). Com relação ao número de ramificações por panícula (NRP), com 14 ramificações, sobressaiu o acesso 'AL 01', ao contrário de outros quatro acessos, cujo número de ramificações foi inferior a dez. O 'AL 03' produziu o maior número de panículas por planta, um dos componentes da produção do arroz, ao passo que dois dos acessos ('PB 08' e 'PE 01') produziram nove panículas por planta. Quanto ao comprimento de panícula (CDP), não se constatou grande variabilidade, apresentando o acesso 'PB 02' a panícula mais curta (22,68 cm) e o 'AL 04' a mais longa (28,95 cm). Esta característica é influenciada pelo ambiente, notadamente a ocorrência de déficit hídrico e o emprego de altas dosagens de nitrogênio. Com relação ao comprimento do grão descascado (CGD), 66 % dos acessos são considerados de grãos longos ( $C > 6$  mm), tendo somente o 'PB 10' apresentado grãos curtos ( $C < 5$  mm), não se registrando grande variação em termos do descritor largura do grão

descascado (LGD), que oscilou entre 2,39 mm ('AL 02') e 2,93 mm ('AL 01'). Por sua vez, constatou-se expressiva variabilidade no descritor peso de 100 grãos (P100), com 50 % dos acessos pesando de 3 a 3,96 g e os acessos 'PB 02' (2,49 g), 'PB 05' (2,49 g), 'PB 10' (2,40 g), 'PB 11' (2,48 g) e 'AL 04' exibindo os menores pesos (Tabela 1).

**CONCLUSÃO:** Constatou-se variabilidade genética nos acessos com relação aos descritores analisados, possibilitando a posterior utilização no programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa Meio-Norte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. D. **Programa Genes:** aplicativo computacional em genética e estatística - versão Windows. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

DANINHA no Sul, Alimento no Norte. **Planeta Arroz**, Porto Alegre, v.5, n.17, p.29-31, 2006. Disponível em: [www.planetarroz.com.br](http://www.planetarroz.com.br)

FONSECA, J.R.; BEDENDO, I.P. **Características morfológicas, agronômicas e fenológicas de algumas cultivares de arroz.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 58p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 3).

FONSECA, J.R.; RANGEL, P.H.N.; PRABHU, A.S. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.).** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1981. 13. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica,14).

FONSECA, J.R.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, J.A.; CUTRIM, V.dos A. Descritores morfoagronômicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n. 293, p. 45-56, 2004.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J.A.; RAMOS, S.R.R. **Cultura do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) no Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. (Embrapa Meio-Norte. Folder).

QUEIROZ, M.A de Potencial do germoplasma de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.11, n. 1, p. 7- 9, 1993.

## ANÁLISE DESCRITIVA DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE ARROZ -VERMELHO COLETADAS NO ESTADO DA PARAÍBA

RAMOS <sup>1</sup>, S.R.R.; PEREIRA <sup>2</sup>, J. A., SOBRAL <sup>3</sup>, P.V.C.

**INTRODUÇÃO:** O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.), apesar de pouco conhecido da maioria da população brasileira, é um cereal que, tradicionalmente, faz parte do hábito alimentar da população da região Nordeste do Brasil (Pereira, 2004). O plantio é normalmente realizado por pequenos agricultores, em sistema de cultivo familiar, que utilizam sementes denominadas primitivas, locais, nativas ou variedades tradicionais. Estas variedades foram selecionadas ao longo do tempo e caracterizam-se por apresentar variabilidade, adaptabilidade às condições de cultivo e base genética mais ampla. O Estado da Paraíba destaca-se como maior produtor de arroz-vermelho do País, o qual constitui um dos principais pratos da culinária regional (Pereira, 2004). Em 2001, a Embrapa Meio-Norte, em parceria com outras instituições de pesquisa, iniciou um trabalho de coleta e preservação de variedades tradicionais de arroz, entre eles o

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Caixa Postal 1, 64006-220, Teresina, PI. Fone: (86) 3225-1141. E-mail: [srramos@cpamn.embrapa.br](mailto:srramos@cpamn.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Embrapa Meio-Norte.

<sup>3</sup> Estudante de Graduação da Universidade Federal do Piauí, Estagiária da Embrapa Meio-Norte.

arroz-vermelho, objetivando desenvolver um programa de melhoramento genético que atenda a demanda dos pequenos agricultores e disponibilize as primeiras variedades geneticamente melhoradas de arroz-vermelho (Fonseca et al., 2004; Pereira, 2004). A Coleção de Germoplasma de arroz vermelho da Embrapa Meio-Norte é atualmente composta por 41 acessos e visando ampla utilização faz-se necessário, além de quantificar a variabilidade genética, disponibilizar as informações de interesse. De acordo com Nass et al. (1993), mesmo considerando a existência de grande variabilidade, são poucos os programas de melhoramento genético que utilizam significativamente parte da variabilidade reunida e uma das causas responsáveis é a ausência de informação sobre os acessos preservados nos Bancos e/ou Coleções de Germoplasma. Normalmente, o que ocorre é o emprego direto do germoplasma coletado em trabalhos de melhoramento, sem o tratamento do mesmo como um recurso genético. Dessa forma, a caracterização e avaliação dos acessos preservados devem ser atividades prioritárias no manejo dos recursos genéticos, pois proporcionam melhor conhecimento do germoplasma disponível, essencial para seu uso mais intenso em etapas subsequentes. Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar onze acessos de arroz-vermelho coletados no Estado da Paraíba.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, em regime de sequeiro, no primeiro semestre de 2004. Foram utilizados onze acessos procedentes de coleta realizada no Estado da Paraíba. O plantio foi realizado em fevereiro de 2004, sendo as sementes de cada acesso plantadas manualmente. Os acessos foram conduzidos em linhas contínuas, sem repetição, com 5 m de comprimento, na densidade de 50 sementes por metro linear de sulco, adotando-se o espaçamento de 0,30 m entre as fileiras. Os dados foram obtidos de dez plantas selecionadas ao acaso. Foram realizados os tratos culturais e fitossanitários recomendados para a cultura. As avaliações foram realizadas com base nos descritores e respectivos estados propostos pelo IBPGR-IRRI com inclusões e alterações realizadas por Fonseca et al. (1981) e Fonseca & Bedendo (1984): a) Cor da folha (COR): 1- verde claro, 3- verde, 5- verde escuro, 7- púrpura na ponta, 9- púrpura na margem, 11- púrpura, 13- púrpura (somente bainha). b) Pubescência da folha (PF): 1- ausente 3- escassa, 5- média, 7- forte. c) Cor da aurícula (CA): 1- verde claro, 3- púrpura; d) Cor da lígula (CL): 1- incolor a verde, 3- púrpura; e) Ângulo da folha bandeira (AFB): 1- ereto, 3- intermediária, 5-horizantal, 7-descendente; f) Ângulo do perfilho (AP): 1- ereto, 3- intermediário, 5-aberto; g) Cor do internódio (CINT): 1- verde claro, 3- dourado claro, 5- estrias púrpuras, 7- púrpura; h) Presença de antocianina (PANT): 1- ausente ou muito fraca, 3- fraca, 5- média, 7- forte, 9- muito forte; i) Cor do estigma (CEST): 1- branco, 3-verde claro, 5- amarelo, 7- púrpura claro, 9- púrpura; j) Tipo de panícula (TPN): 1-compacta, 3- intermediária, 5- aberta; l) Exserção da panícula (EXPN): 1- completa, 3- média, 5- justa; m) Presença e distribuição das aristas (PDAR): 1- ausente, 3-somente na ponta, 5- ¼ superior, 7- ½ superior, 9- 2/3 superior, 11- toda a extensão; n) Pubescência das glumelas (PGL): 1- ausente ou muito fraca, 3- fraca, 5- média, 7-forte; o) Cor do ápulo na maturação (CAM): 1- branco, 3- amarelo, 5- marrom, 7-vermelho, 9- púrpura, 11- preto; p) Cor das glumelas (CG): 1- palha, 3- dourada, 5-com ponto ou manchas marrons, 7- estrias marrons, 9- marrom, 11- avermelhada a púrpura clara, 13- manchas púrpuras, 15- estrias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os acessos 7, 8, 10 e 11 apresentaram, no mínimo, 80% de plantas com a tonalidade das folhas verde-escura. Por outro lado, o acesso 4 apresentou 60% das plantas avaliadas com coloração verde-claro (Tabela 1). De acordo com Fonseca & Bedendo (1984), esta característica é importante para diferenciar algumas cultivares de arroz, mesmo em fases iniciais do ciclo. Os acessos apresentaram baixa variabilidade para os descritores cor da aurícula, cor da lígula, cor do internódio, pubescência das glumelas e cor das glumelas, apresentando, respectivamente, as cores verde-claro, incolor a verde, verde claro, forte e palha (Tabela 1). Em todos os acessos, exceto o 6 e o 7, não se constatou a presença de antocianina. Houve predomínio de folhas com forte pubescência (acessos 2, 3, 4, 5, 10 e 11) (Tabela 1). De acordo com Fonseca et al. (2001), esta é uma característica importante para diferenciar as cultivares no campo, principalmente em áreas de produção de sementes genéticas. Constatou-se que 63% dos acessos (2, 3, 4, 5, 6, 10 e 11)

**Tabela 1.** Identificação e caracterização qualitativa de variedades tradicionais de arroz-vermelho avaliadas, em porcentagens, por meio de 15 descritores qualitativos. Teresina, PI, 2004.

Acesso	Código	Descritores <sup>1</sup>														
		COR	PF	CA	CL	AFB	AP	CINT	PAINT	CEST	TPN	EXPN	PDAR	PGL	CAM	CGL
1	PB 01	1-30	7-100	1-100	1-100	1-30	1-90	1-100	1-100	1-40	1-40	1-100	1-100	7-100	3-10	1-100
		3-30				3-70	5-10			5-50	3-40				5-80	
		5-40	7-100	1-100	1-100	3-20				7-10	5-20				9-10	
2	PB 02	3-50	7-100	1-100	1-100	1-80	1-100	1-100	1-100	1-100	3-100			1-40	3-20	1-100
		5-40				3-20				1-90	1-10			3-40	5-60	5-80
		3-50	7-100	1-100	1-100	3-20				5-10	3-90			5-20	3-40	3-20
3	PB 03	1-40	7-100	1-100	1-100	1-80	1-100	1-100	1-100	1-90	1-10			1-60	3-40	1-100
		3-50				3-20				5-10	3-90			1-100	5-60	1-100
		1-10	7-100	1-100	1-100	1-90	1-10	1-100	1-100	1-100	1-100			5-10	1-100	1-100
4	PB 04	1-60	7-100	1-100	1-100	1-90	1-10	1-100	1-100	1-100	1-100			3-60	1-100	1-100
		3-30				3-10	3-90							5-40		1-100
		5-10	7-100	1-100	1-100	1-80	1-80	1-100	1-100	1-10	1-80			1-10	3-30	1-100
5	PB 05	1-30	7-100	1-100	1-100	3-20	3-20			5-90	3-20			3-60	5-70	1-100
		1-40				3-20				5-90	3-20			5-30		1-100
		5-30	5-10	1-100	1-100	1-70	1-90	1-100	1-90	1-20	3-100			1-90	3-100	1-100
6	PB 06	1-10	7-90	1-100	1-100	3-30	3-10			5-70	3-10			1-100	3-100	1-100
		3-80								7-10				1-40	1-100	1-100
		5-10	5-70	1-100	1-100	1-20	1-40	1-100	3-100	1-10	1-80			3-20	3-20	1-100
7	PB 07	5-90	7-30	1-100	1-100	3-80	3-60			5-10	3-20			5-80		1-100
										7-80				5-10		1-100
			5-100	1-100	1-100	1-60	1-80	1-100	1-100	1-30	1-80			1-40	3-20	1-100
8	PB 08	1-10	5-100	1-100	1-100	3-40	3-20			5-70	3-20			5-80		1-100
		5-90												5-10		1-100
			5-10	1-100	1-100	1-40	1-60	1-100	1-100	1-50	1-50			3-60	1-20	1-100
9	PB 09	3-20	7-90	1-100	1-100	3-60	3-30			5-50	3-50			3-70		1-100
		5-70					5-10							5-10		1-100
			7-100	1-100	1-100	1-70	3-100	1-100	1-100	1-100	1-10			11-20	5-100	1-100
10	PB 10	1-10	7-100	1-100	1-100	3-30	3-100	1-100	1-100	1-100	1-10			7-100	5-100	1-100
		5-90				3-30				3-90	5-80			3-20		1-100
			7-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-80			3-70	3-20	1-100
11	PB 11	3-20	7-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	1-100	3-20			7-100	3-20	1-100
		5-80				3-20								5-80		1-100
																1-100

<sup>1</sup> Cor da folha (COR): 1- verde claro, 3- verde, 5- verde escuro; Pubescência da folha (PF): 3- escassa, 5- média, 7- forte. Cor da aurícula (CA): 1- verde claro; Cor da lígula (CU): 1- incolor a verde; Ângulo da folha bandeira (AFB): 1- ereto, 3- horizontal; Ângulo dos perfilhos (API): 1- ereto, 3- intermediário, 5- aberto; Cor do internódio (CINT): 1- verde claro; Presença da antocianina (PANT): 1- ausente, 3- fraca; Cor do estigma (CEST): 1- branca, 5- amarelo, 7- púrpura claro; Tipo de panícula (TPN): 1- compacta, 3- intermediária, 5- aberta; Exsêção da panícula (EXPN): 1- completa, 3- média, 5- justa; Presença e distribuição das aristas (PDAR): 1- ausente, 3- somente na ponta, 5- ¼ superior, 9- 2/3 superior, 11- toda a extensão; Pubescência das glumelas (PGL): 7- forte; Cor do apículo na maturação (CAM): 1- branca, 3- amarela, 5- marrom, 9- púrpura; Cor das glumelas (CGL): 1- palha, 3- dourada, 5- presença de ponto ou manchas marrons.

apresentaram predominantemente folhas bandeiras eretas. Entre estes, os acessos 2, 3 e 11 apresentaram, também, 100% das plantas com ângulo do perfilho ereto. De acordo com Fonseca et al. (2004), o caráter AFB é muito importante nos programas de melhoramento genético que buscam desenvolver cultivares que possam melhor aproveitar a radiação solar. Os acessos 4, 5, 7, 8 e 11 apresentaram, no mínimo, 80% das plantas com panícula compacta, com exerceção média (mínimo de 50% das plantas) e sem arista (100%) (Tabela 1). De acordo com Fonseca & Bedendo (1984) e Fonseca et al. (2004), estas são características bastante influenciadas pelas condições ambientais como, por exemplo, estiagens na época de emissão da panícula e na floração, provocando transtornos fisiológicos. Os acessos 1 e 9 foram os que apresentaram maior variabilidade para cor do ápulo na maturação. Em contrapartida, não houve variação para os acessos 4, 6 e 10, os quais apresentaram, respectivamente, as tonalidades branca, amarela e marrom. A cor do ápulo é uma característica pouco influenciada pelo ambiente e auxilia na diferenciação dos acessos.

**CONCLUSÃO:** De forma geral, constatou-se variabilidade nos acessos com relação a sete descritores analisados, possibilitando a caracterização preliminar e maior conhecimento dos acessos preservados na Coleção de Germoplasma de arroz vermelho da Embrapa Meio-Norte.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FONSECA, J.R.; BEDENDO, I.P. **Características morfológicas, agrônômicas e fenológicas de algumas cultivares de arroz.** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1984. 58p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 3).
- FONSECA, J.R.; CASTRO, E. da M. de, SILVEIRA, P.M. Características botânicas e agrônômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 40 p. (Documentos, 130).
- FONSECA, J.R.; RANGEL, P.H.N.; PRABHU, A.S. **Características botânicas e agrônômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.).** Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1981. 13. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 14).
- FONSECA, J.R.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, J.A.; CUTRIM, V.dos A. Descritores morfoagronômicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres, Viçosa**, v.51, n. 293, p. 45-56, 2004.
- NASS, L. L.; PELLICANO, I. J.; VALOIS, A. C. C. Utilization of genetic resources for maize and soybean breeding in Brazil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 4, p. 983-988, 1993.
- PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

## CARACTERIZAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA TOTAL DE 20 GENÓTIPOS DE ARRÓZ (*Oryza sativa*) DA COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DE ARROZ CULTIVADOS EM GOIÂNIA E URUGUAIANA

MARTIN-DIDONET<sup>1</sup>, C. C. G., DIDONET<sup>2</sup>, A. D. L. F., RANGEL<sup>3</sup>P. H., BRONDANI<sup>4</sup>, C.

**INTRODUÇÃO:** O arroz é componente básico da dieta da grande maioria da população mundial, e como tal, uma importante fonte protéica. A exigência dos consumidores por

<sup>1</sup> Bióloga Doutora em Bioquímica, Profa. do Uni-Anhanguera- Centro Universitário, Goiânia, GO e da Universidade Estadual de Goiás-UnUCET, Anápolis, GO. email: ccdidonet@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO



mais qualidade dos alimentos que consomem, têm impulsionado os programas de melhoramento para a busca de gen tipos com estas características. A qualidade dos alimentos envolve múltiplos fatores e para o arroz, uma das mais importantes é a quantidade de proteína no grão, que pode variar de 7 a 14% (LARKINS, 1981; KRISHNAN e WHITE 1995). A quantidade de proteína no grão pode ser influenciada pela variedade utilizada, pelas condições de cultivo e por fatores de ambiente (LIU *et al.*, 2005a; LIU *et al.*, 2005b). A determinação da quantidade de proteínas de reserva presente nos grãos de arroz em diferentes gen tipos permite avaliar as diferentes respostas destes às variações ambientais e a homogeneidade em relação a quantidade de proteína que é armazenada no grão. Este estudo teve como objetivo determinar e comparar a quantidade de proteínas de reserva presente em 20 gen tipos de arroz cultivados em Goiânia (GO) e Uruguaiana (RS).

**MATERIAL E MÉTODOS: Gen tipos:** Foram utilizados 20 gen tipos de arroz (Tabela 1), sendo 6 gen tipos melhorados brasileiros (EPAGRI 108, Diamante, Araguaia, BR-IRGA 420, Talento e RS16-12-35-1), 8 de gen tipos melhorados introduzidos (Maninjavu, Irat 122, CT 11632, Tox 503, TNAU2686, CICA-9, Kaohsiung e Moroberekan) e 6 gen tipos de variedades tradicionais (Pratinha, Ubá Laginha, Quebra cacho, Farroupilha, Agulhinha anão e Itaqui).

**Preparo de extrato de proteínas das sementes de arroz:** Sementes dos 20 gen tipos de arroz que fazem parte da Coleção Nuclear Brasileira de Arroz foram secas, descascadas e moídas. A farinha foi então utilizada para as dosagens de proteína total.

**Dosagem de proteína:** O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de Bradford (1976), em triplicata para cada uma das três repetições.

**Análise:** Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando o programa SysVar .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A média geral de proteínas presentes nos gen tipos avaliados foi de 6,6%, variando entre 4,5 (CT 11632) e 7,7% (Diamante) (Tabela 1). Para os gen tipos cultivados em Goiânia o teor médio de proteínas foi de 5,8 contra 7,4% para os cultivados em Uruguaiana. Dentre os gen tipos cultivados em Goiânia, o gen tipo que apresentou o menor conteúdo de proteína foi CT 11632 (2%), e o maior valor foi obtido pela cultivar Diamante (7,8%). Para os gen tipos cultivados em Uruguaiana a Quebra cacho (6,1%) e a EPAGRI 108 (9%) foram os que apresentaram o menor e o maior conteúdo protéico, respectivamente. Os gen tipos Maninjavu, Diamante, Ubá Laginha, Farroupilha, Kaohsiung, Itaqui, e TNAU2686 foram os que não apresentaram diferenças significativas quando cultivados tanto em Goiânia quanto em Uruguaiana. Os demais gen tipos (12, ou 65%) apresentaram diferenças quanto ao teor protéico dependente do local de cultivo. O valor médio do conteúdo de proteína obtido neste trabalho (6,6%) foi um pouco inferior ao obtido para linhagens chinesas, com percentagem média de 7,59% (LIU *et al.*, 2005a). As diferenças de conteúdo protéico quando o mesmo gen tipo é cultivado em locais diferentes foram observadas para gen tipos de arroz chinês indicando uma estreita relação entre gen tipo e ambiente (LIU *et al.*, 2005b). Pelas diferenças observadas no trabalho esta mesma interação está presente nos gen tipos investigados neste trabalho (Tabela 1). Baseado nestes resultados, a determinação do conteúdo protéico dos demais acessos da CNBA será realizada, com a finalidade de determinar com precisão, para cada gen tipo, o seu desempenho em oito locais no Brasil. As informações geradas por esta caracterização serão de grande utilidade para o programa de melhoramento genético do arroz, uma vez que os gen tipos que apresentarem maior conteúdo protéico, e cujos resultados sejam independentes do local de cultivo, poderão ser utilizados como genitores em cruzamentos que priorizem a obtenção de linhagens e cultivares com alta qualidade protéica.

**Tabela 1.** Teor de proteína (%) no grão de diferentes genótipos de arroz, cultivado em dois locais diferentes no ano agrícola de 2004/05.

Variedade*	Local de cultivo		Média
	Goiânia - GO	Uruguaiana - RS	
Pratinha	5,25bcB	6,78abA	6,01abc
Maninjau	7,31abA	7,29abA	7,30a
Irat 122	5,42abcB	6,83abA	6,12abc
CT 11632	2,05dB	7,05abA	4,55c
Tox 503	5,33bcB	7,78abA	6,56ab
EPAGRI 108	5,70abcB	9,00aA	7,35a
Diamante	7,89aA	7,52abA	7,70a
Araguaia	6,16abB	8,04abA	7,10a
Ubá Laginha	7,12abA	7,63abA	7,37a
Quebra cacho	3,69cdB	6,15bA	4,92bc
Farroupilha	5,39bcA	6,53bA	5,96abc
Agulhinha anão	5,14bcB	7,67abA	6,40ab
Itaqui	5,62abcA	6,81abA	6,21abc
TNAU2686	6,31abA	7,01abA	6,66ab
CICA-9	6,50abB	8,18abA	7,34a
Kaohsiung	6,80abA	6,78abA	6,79a
Moroberekan	6,54abB	7,99abA	7,26a
BR-IRGA 420	6,16abcB	7,55abA	6,85a
Talento	5,60abcB	7,79abA	6,70a
RS16-12-35-1	6,02abcB	8,61abA	7,32a
Média	5,80B	7,45A	6,6

\* Valores seguidos pelas mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo teste de Tukey.

**CONCLUSÕES:** Houve interação entre o local de cultivo e a porcentagem de proteína, demonstrando o efeito do ambiente na qualidade do grão dos gen tipos estudados. Na média geral, o conteúdo de proteína foi menor para os gen tipos cultivados em Goiânia em comparação aos cultivados em Uruguaiana. Entre os 20 gen tipos de arroz estudados, 35% apresentaram conteúdo de proteínas semelhantes, independente do local de cultivo. Os sistemas de preparo alteraram as características físicas e hídricas do solo e a palhada da superfície afetou a recarga de água.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADFORD, M.M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Dye Binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p. 248–254. 1976.

KRISHNAN, H. B. ; WHITE, J. A. Morphometric Analysis of Rice Seed Protein Bodies. Implication for a Significant Contribution of Prolamine to the Total Protein Content of Rice Endosperm. **Plant Physiol.**; v.109, p. 1491-1495, 1995.

LARKINS , B Seed storage protein: characterization and biosynthesis. *In*: **The Biochemistry of Plants** v.6, p. 449-478, 1981.

LIU, Z.; CHENG, F. ; CHENG, W; ZHANG, G. Positional variations in phytic acid and protein content a panicle of japonica rice. **J. Cereal Science** v.41; p. 297-303, 2005a.

LIU, Z.; CHENG, F. ; ZHANG, G. Grain phytic acid content in japonica rice as a dedcted by cultivar and environment and its relation to protein content. **Food Chemistry**, v.89, p.49-52, 2005b.

# IMPLICAÇÕES DA SELEÇÃO RECORRENTE SOBRE UMA POPULAÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

FAGUNDES<sup>1</sup>, P.R.R.; BARBOSA NETO<sup>2</sup>, J.F.; RANGEL, P. H.N<sup>3</sup>; MAGALHÃES JR., A.M. de<sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** A estreita base genética das populações e os métodos tradicionais utilizados no melhoramento de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) no Brasil talvez sejam aspectos determinantes para a ausência de novos patamares de rendimento de grãos. Estes métodos maximizam a endogamia e reduzem de maneira drástica as oportunidades de recombinação. Uma das estratégias preconizadas para romper este patamar produtivo estabelecido é a utilização da seleção recorrente. Este método de melhoramento incrementa a frequência de alelos favoráveis em uma população através de ciclos de seleção e intercruzamentos, explorando a variabilidade genética e resultando em uma maior probabilidade de obtenção de ganhos genéticos. No sul do Brasil, há a disponibilidade da população CNA 11, desenvolvida especificamente para as condições edafoclimáticas da região. Essa população, apesar de ter sofrido avaliações, ainda carece de maiores informações, principalmente, em relação a caracteres envolvidos com a adaptação ao ambiente. Portanto, o objetivo do trabalho foi de avaliar a aptidão da população CNA 11 para uso no melhoramento através de seleção recorrente e estimar parâmetros genéticos desses caracteres.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizadas oito populações de arroz irrigado sintetizada através da metodologia apresentada por Rangel e Neves (1997). A população base foi denominada de População de Ciclo Zero (CNA 11-0-0), ou seja, sem seleção e sem recombinação. As demais populações, com um, dois e três ciclos de recombinação, foram chamadas de CNA 11 de Ciclo Um (CNA 11-1-0), Ciclo Dois (CNA 11-2-0) e Ciclo Três (CNA 11-3-0), respectivamente. Em 2000/01, foram selecionadas plantas para as combinações das características de ciclo precoce (P-subperíodo emergência-início da floração menor do que 85 dias) e tardio (T-subperíodo emergência-início da floração maior do que 90 dias) com estatura de planta baixa (B < 90 cm) e alta (A<sup>3</sup> 90 cm). Esse procedimento deu origem a quatro novas populações CNA 11-2-1PB; CNA 11-2-1PA; CNA 11-2-1TB e CNA 11-2-1TA. As populações foram avaliadas para caracteres agrônômicos em dois locais (Capão do Leão e Santa Vitória do Palmar, no RS) durante dois anos agrícolas (2001/02 e 2002/03). Os oito tratamentos foram distribuídos em parcelas de 7,2 m<sup>2</sup>, contendo nove linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,2 m entre si; seguindo o delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados caracteres Ciclo Vegetativo (CICVEG) e Estatura de Planta (ESTPLAN). As análises de variância foram realizadas com o programa SAS (SAS USER GUIDE, 1988), pelo procedimento GLM (Modelos Lineares Generalizados). A partir das estimativas dos quadrados médios dos genótipos foi possível estimar a variância genética, a herdabilidade e o ganho de seleção, para cada caráter.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As famílias que apresentaram CICVEG (Tabela 1) igual ou inferior a 85 dias foram consideradas precoces, enquanto aquelas que foram superiores a este valor foram classificadas como tardias. O teste de Tukey separou as classes em precoces (CNA 11-2-1PB e CNA 11-2-1PA) e tardias (CNA 11-2-1TB e CNA 11-2-1TA), em ambos os anos. A ESTPLAN variou de 86,79 e 119,36 cm

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 2758475. fagundes@cpact.embrapa.br.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas de Lavoura, Av. Bento Gonçalves 7712, Porto Alegre, RS, CEP: 90001-970. E-mail jfbn@ufrgs.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. phrangel@cpnaf.embrapa.br.

(Tabela 1). A seleção foi eficiente como demonstra o teste de Tukey, que separou as populações em baixas (CNA 11-2-1PB e CNA 11-2-1TB) e altas (CNA 11-2-1PA e CNA 11-2-1TA). Com base na observação dos dados para o caráter CICVEG (Tabela 2) e ESTPLAN (Tabela 3), foi possível verificar nas quatro classes de famílias que as estimativas para as variâncias genotípicas foram elevadas nos dois anos de avaliação, indicando que a maior parte da variação fenotípica para estes caracteres poderia ser atribuída a efeitos genéticos, como nos trabalhos conduzidos por Lopes (2002) e Geraldi et al. (2000).

**Tabela 1.** Ciclo vegetativo (dias) e estatura de planta (cm) para as famílias selecionadas das classes CNA 11-2-1PB, CNA 11-2-1PA, CNA 11-2-1TB e CNA 11-2-1TA nos anos agrícolas 2001/02 e 2002/03.

Classes	2001/02	2002/03	CV(%)
	Ciclo vegetativo		
CNA 11-2-1PB	75,13 a B <sup>1</sup>	77,82 a A	1,86
CNA 11-2-1PA	79,44 a A	78,91 a A	3,51
CNA 11-2-1TB	90,60 b A	90,88 b A	3,42
CNA 11-2-1TA	90,69 b A	90,82 b A	4,77
CV (%)	4,51	3,98	
	Estatura de planta		
CNA 11-2-1PB	86,79 a A <sup>1</sup>	87,70 a A	5,87
CNA 11-2-1PA	115,98 b A	112,10 b B	6,16
CNA 11-2-1TB	87,78 a B	88,85 a A	4,85
CNA 11-2-1TA	119,36 b A	112,77 b B	6,09
CV (%)	6,14	5,98	

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferiram entre si pelo testes Tukey e F, respectivamente, à 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Variâncias genotípica ( $\sigma^2_G$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_P$ ) e herdabilidade ( $h^2$ ) para o caráter ciclo vegetativo em famílias selecionadas das populações CNA 11-2-1PB, CNA 11-2-1PA, CNA 11-2-1TB e CNA 11-2-1TA.

Famílias	2001/02			2002/03		
	$\sigma^2_G$	$\sigma^2_P$	$h^2$	$\sigma^2_G$	$\sigma^2_P$	$h^2$
CNA 11-2-1PB	22,94	27,33	0,8393	19,26	23,97	0,8127
CNA 11-2-1PA	15,52	17,03	0,9113	12,49	16,03	0,7791
CNA 11-2-1TB	29,84	33,47	0,8918	18,39	22,06	0,8336
CNA 11-2-1TA	42,39	47,46	0,8931	33,23	37,42	0,8880

**Tabela 3.** Variâncias genotípica ( $\sigma^2_G$ ) e fenotípica ( $\sigma^2_P$ ) e herdabilidade para o caráter estatura de planta em famílias selecionadas das populações CNA 11-2-1PB, CNA 11-2-1PA, CNA 11-2-1TB e CNA 11-2-1TA.

Famílias	2001/02			2002/03		
	$\sigma^2_G$	$\sigma^2_P$	$h^2$	$\sigma^2_G$	$\sigma^2_P$	$h^2$
CNA 11-2-1PB	30,56	36,68	0,8332	15,70	20,23	0,7761
CNA 11-2-1PA	75,01	86,37	0,8684	45,06	52,46	0,8589
CNA 11-2-1TB	23,86	27,73	0,8604	19,40	23,35	0,8308
CNA 11-2-1TA	92,77	103,48	0,9022	61,13	69,25	0,8827

Os valores estimados de herdabilidade podem ser considerados como no sentido restrito, uma vez que há uma predominância de variância aditiva em ambas as gerações

estudadas. No entanto, é importante considerar que as estimativas realizadas possam estar inflacionadas por uma fração da variância de dominância. Os valores de  $h^2$  encontrados para os caracteres CICVEG e ESTPLAN foram elevados em ambos os anos de avaliação. Isto sugere que esses caracteres sofrem pouca influência do ambiente e, portanto, podem ser selecionados com segurança, mesmo em uma fase inicial do programa, reduzindo custos e mão-de-obra. Uma das maneiras para medir a eficiência da seleção é estimar o ganho genético de geração para geração. Assim, usando os valores da população CNA 11-0-0 para CICVEG e ESTPLAN foi possível determinar o progresso genético obtido com a seleção. Houve um ganho de seleção médio de 6% para o caráter CICVEG (Tabela 4), nas quatro populações selecionadas e uma pequena variação entre as populações oriundas da recombinação da população original. O ganho de seleção médio para o caráter ESTPLAN (Tabela 5), nas populações resultantes da seleção para combinação de ciclo com estatura foi de 14,99%, sendo que as seleções para os extremos, ou seja, CNA 11-2-1PB e CNA 11-2-1TA, representaram um ganho de seleção de cerca de 20% sobre o valor médio da população original. A população original CNA 11-0-0 apresentou ampla variabilidade genética para os caracteres abordados no presente estudo, sendo a herdabilidade também elevada. Estes resultados são reforçados pelo trabalho de Lopes (2002). Geraldi et al. (2000) indicaram que nos primeiros ciclos de seleção em um programa de seleção recorrente, como ocorre no presente estudo, encontra-se uma ampla variabilidade genética entre as famílias, sendo que à medida que sucedem os demais ciclos de seleção e recombinação, a variância genotípica vai diminuindo e, por consequência, reduzindo a herdabilidade e a possibilidade de ganho de seleção. Considerando-se que o ganho de seleção é uma função direta da herdabilidade, multiplicada por um diferencial de seleção e inversamente proporcional ao erro padrão fenotípico, à medida que a seleção é exercida, há uma redução na variabilidade das populações e uma redução do ganho de seleção. Sendo assim, os resultados obtidos para ganho de seleção concordam com Morais et al. (1998), que sugeriram que caracteres que apresentassem elevados valores de herdabilidade (CICVEG E ESTPLAN no presente trabalho) teriam melhores chances de atingir um maior GS nas primeiras gerações.

**CONCLUSÕES:** A metodologia de seleção recorrente comprovou sua utilidade em programas de melhoramento de arroz irrigado, uma vez que apenas um ciclo de seleção foi suficiente para separar quatro classes distintas de combinações dos caracteres ciclo vegetativo (CICVEG) e estatura de planta (ESTPLAN). A herdabilidade estimada para os caracteres estudados foi elevada, suportando a idéia de que existe variabilidade genética para a seleção em gerações precoces, com ganhos de seleção elevados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GERALDI, I.O. Muestreo genético para programas de mejoramiento poblacional. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Avances en el mejoramiento poblacional en arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.9-19.

LOPES, S.I.G. **Avaliação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA 11 e da divergência genética entre os genitores**. 2002. 92p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORAIS, H. et al. Primeiro ciclo de seleção recorrente na população CG2. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1998. P. 201-203. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 85).

RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F. Selección recurrente aplicada al arroz de riego en Brasil. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Selección Recurrente en Arroz**. Cali: CIAT, 1997. p.349-357. (CIAT. Publicación CIAT, 267).

SAS INSTITUTE. **System for information. Versão 8.0**. Cary:SAS Institute, 2000.CD-ROM.

# **Nutrição, consumo e demandas da indústria e do consumidor**





# ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

STONE<sup>1</sup>, L. F., GUIMARÃES<sup>2</sup>, C. M.

**INTRODUÇÃO:** O máximo valor que um componente da produtividade de grãos pode alcançar, na ausência de fatores limitantes que não sejam a radiação e a temperatura prevalentes na região, é assumido ser uma característica varietal para a região em estudo. Os componentes da produtividade podem, entretanto, ser limitados pelas densidades populacionais (número de panículas ou de grãos por área), se estas são suficientemente altas para causar competição por recursos. Wey et al. (1998) testaram um método para determinar os limites de competição dos componentes da produtividade que não exclui os efeitos de compensação entre esses componentes, mas eles não podem exceder a estrita compensação. O conhecimento dos limites de competição dos componentes da produtividade é importante em estudos de modelagem, na comparação de cultivares quanto à sua produtividade potencial, na determinação da densidade ideal de panículas, entre outros. O objetivo deste trabalho foi, utilizando o método apresentado em Wey et al. (1998), comparar as cultivares de arroz de terras altas Maravilha, Carisma e BRS Bonança, quanto a características varietais e potenciais de produtividades.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados relativos à produtividade da cultivar de arroz Maravilha e seus componentes foram obtidos ao longo de três anos em um experimento sobre adubação nitrogenada, e os relativos às cultivares Carisma e BRS Bonança, em um experimento sobre preparo do solo, adubação nitrogenada e espaçamento entre linhas. Todos os experimentos foram conduzidos em Latossolo Vermelho distr fico, na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, sob irrigação suplementar por aspersão. Foram amostradas 281 parcelas com a cultivar Maravilha e 72 com cada uma das outras cultivares, sendo feita a contagem do número de panículas  $m^{-2}$ (NP) na colheita e a determinação direta da produtividade (PROD) e do teor de umidade dos grãos. A massa unitária média do grão (MG) foi obtida de um lote de 1000 grãos. As massas foram corrigidas para 13% de umidade. O número de grãos  $m^{-2}$ (NG) foi obtido pela divisão de PROD por MG e o número médio de grãos por panícula (NGP), pela divisão de NG por NP. A produtividade foi expressa por:  $PROD = NP \times NGP \times MG$ . As relações entre os seguintes pares de variáveis x e y foram examinadas: NP x NGP e NG x MG. As linhas limites destas relações consistem de uma linha horizontal seguida de uma hipérbole, formando uma curva envoltória. As correspondentes equações foram calculadas ap s ajuste das linhas limite aos dados. A linha horizontal foi ajustada pelo ponto de maior valor do eixo das ordenadas ( $y_{max}$ ). A hipérbole foi ajustada pelo ponto em que o produto das coordenadas xy foi máximo ( $xy_{max}$ ). Para cada componente, foi determinado o limite de competição (L):  $L @ xy_{max}/y_{max}$ , que é o ponto da abcissa correspondente a interseção entre a linha e a hipérbole. L foi calculado usando o conjunto de equações obtidas para os dois componentes da linha limite. Foi assumido que o máximo valor de um componente é determinado pelos valores dos componentes estabelecidos previamente. O valor do primeiro componente (NP), portanto, estabeleceu o limite superior para o segundo e assim por diante. NP determinou NGP e estes determinaram MG. O produto desses valores sucessivos determinou a produtividade máxima para cada valor de NP ( $Y_{M/NP}$ ). A maior produtividade máxima obtida ( $Y_{MAX}$ ) foi considerada uma estimativa da máxima produtividade possível ( $Y_{RAD}$ ) em função da radiação e temperatura prevalentes na região.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Podem ser observadas na Figura 1 as curvas envoltórias dos pares de componentes da produtividade e os limites de competição estabelecidos para o número de grãos por panícula (LNGP) e massa dos grãos (LMG) da cultivar Maravilha. O número máximo de grãos por panícula, 180 (Figura 1a), é constante abaixo de 420 panículas

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 533-2186. stone@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Biologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

$m^{-2}$ (LNGP). De acordo com o modelo, NGP não pode exceder este valor se o número de panículas por hectare aumentar mais. A máxima massa do grão foi igual a 0,0258 g (Figura 1b), sendo constante abaixo de 34.000 grãos  $m^{-2}$ . O valor mínimo da massa do grão foi de 0,0116 g, para uma população máxima de 75.600 grãos  $m^{-2}$ . A partir dessas relações, outras foram derivadas para descrever a relação de competição com NP. A relação de NG com NP foi derivada da Figura 1a. Para um dado valor de NP, há um único valor máximo de NG correspondente. Assim, para a população de 420 panículas  $m^{-2}$  o valor máximo de NG é de 75.600 grãos  $m^{-2}$ . O valor de NG no qual LMG é alcançado é indicado na Figura 1b, e corresponde a 34.000 grãos  $m^{-2}$ . O valor de NP correspondente à esse valor de LMG é de 188,9 panículas  $m^{-2}$ . Assim, o limite de competição entre os grãos, LMG, pode ser expresso não somente como uma função de NG mas também como uma função de NP, sendo a massa do grão máxima e constante abaixo da população de 188,9 panículas  $m^{-2}$ , e a produtividade máxima (8772 kg  $ha^{-1}$ ) é constante acima dessa população. O mesmo procedimento foi realizado para as cultivares Carisma e BRS Bonança, sendo os valores obtidos respectivamente iguais a 330 e 300 panículas  $m^{-2}$ (LNGP), com número máximo de grãos por panícula de 133,2 e 106,4. A máxima massa dos grãos foi respectivamente igual a 0,0243 g e 0,0264g, sendo LMG igual a 155,4 e 157 panículas  $m^{-2}$ . A produtividade máxima foi respectivamente igual a 5030 e 4409 kg  $ha^{-1}$ . A cultivar Maravilha tolera mais competição, sendo seus limites de competição para número de grãos por panícula e massa dos grãos, respectivamente 27% e 40%, e 22% e 20% mais altos que os das cultivares Carisma e BRS Bonança. A produtividade máxima da cultivar Maravilha foi bem maior, 74% e 99%, do que a das cultivares Carisma e BRS Bonança, devido aos maiores valores dos limites de competição e ao maior número máximo de grãos por panícula, que foi 35% e 69% maior nessa cultivar do que naquelas, resultando em maior número de grãos  $m^{-2}$ , 75600 contra, respectivamente, 43960 e 31920. O comportamento das cultivares foi semelhante quanto à máxima massa dos grãos. Verifica-se que a competição aumenta ao longo do ciclo de crescimento, devido ao tamanho da planta, depleção de recursos no solo e senescência das folhas após a floração. Abaixo de LMG não há competição entre plantas. O número de grãos  $m^{-2}$  e a sua massa unitária são independentes do número de panículas  $m^{-2}$ , com a qual a produtividade está relacionada linearmente. Entre LMG e LNGP, o número de grãos por panícula permanece constante, mas o número de grãos  $m^{-2}$  aumenta com o número de panículas  $m^{-2}$  enquanto a massa do grão decresce. A produtividade máxima não aumenta mais. Acima de LNGP, o número de grãos por panícula decresce com o aumento do número de panículas, a massa do grão e o número de grãos  $m^{-2}$  estabilizam, e a produtividade é constante.

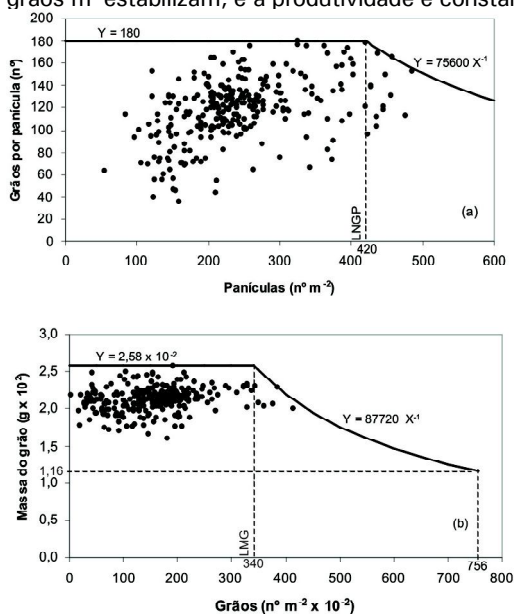


Fig. 1. Linhas limites das relações entre componentes da produtividade da cultivar de arroz Maravilha. LNGP - limite de competição para o número de grãos por panícula e LMG - limite de competição para a massa dos grãos.

**CONCLUSÕES:** A cultivar Maravilha apresentou maior produtividade máxima que as outras cultivares, devido aos maiores valores dos limites de competição e ao maior número máximo de grãos por panícula. Quanto mais tarde no ciclo for o período de formação do componente da produtividade do arroz, mais baixo é o número de panículas  $m^{-2}$  no qual ele é submetido à competição. Os valores limites para número de grãos por panícula e massa dos grãos são, respectivamente, 420 e 188,9 panículas  $m^{-2}$  para a cultivar Maravilha, 330 e 155,4 panículas  $m^{-2}$  para a "Carisma" e 300 e 157 panículas  $m^{-2}$  para a "BRS Bonança". A produtividade máxima do arroz de terras altas pode ser alcançada em uma ampla faixa de densidade de panículas, a partir do limite de competição para a massa dos grãos. Abaixo desse valor, a produtividade correlaciona-se positivamente com o número de panículas  $m^{-2}$ , sem a possibilidade de compensação.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WEY, J.; OLIVER, R.; MANICHON, H.; SIBAND, P. Analysis of local limitations to maize yield under tropical conditions. *Agronomie, Paris*, v.18, p.545-561, 1998.

## CALIBRAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO PARA FÓSFORO COM TERMOFÓSFATO YOORIN NA PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO

FAGERIA<sup>1</sup>, N. K., SANTOS<sup>2</sup>, A. B. dos

**INTRODUÇÃO:** O fósforo é um dos nutrientes mais deficientes nos solos de várzea. A calibração de análise do solo é um dos meios mais adequados para se fazer recomendações de adubação fosfatada. Não existem dados de pesquisa que relatem a calibração de análise de solo de várzea com termofosfato. Devido à sua influência na diminuição da brusone na cultura de arroz, o termofosfato é considerado uma das fontes de fósforo mais importantes, pois, além de P, fornece silício e micronutrientes. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de termofosfato na produção de arroz irrigado e calibração de análise de solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi conduzido um experimento de campo por dois anos consecutivos no mesmo local, na Fazenda Xavante, no município de Dueré, TO. O solo da área experimental foi classificado como Inceptissolo de várzea com as seguintes características químicas e granulométricas: pH 5,3 (1:2,5 solo-água) P 3,2 mg  $kg^{-1}$ ; K 129 mg  $kg^{-1}$ ; Ca 0,5 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ ; Mg 0,2 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ ; Al 1,3 cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ ; Cu 0,5 mg  $kg^{-1}$ ; Zn 0,7 mg  $kg^{-1}$ ; Fe 68 mg  $kg^{-1}$ ; Mn 4,5 mg  $kg^{-1}$ ; matéria orgânica 22 g  $kg^{-1}$ ; 162 g  $kg^{-1}$  de argila; 193 g  $kg^{-1}$  de silte e 645 g  $kg^{-1}$  de areia. Foram testadas as doses de 0, 300, 600, 900, 1200 e 1500 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , usando-se o produto comercial termofosfato magnésiano Yoorin Master 1S com as seguintes características:  $P_2O_5$  total 17%;  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico a 2% 16%; CaO 28%; MgO 15%; Zn 0,55%; B 0,10%; Mn 0,12%; Cu 0,05%; Mo 0,006%, S 6%,  $SiO_2$  25% aplicado a lanço apenas no primeiro ano. O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, com três repetições. A adubação básica em cada ano foi de 100 kg N  $ha^{-1}$  e 100 kg  $K_2O$   $ha^{-1}$ . O tamanho de parcela foi de 9 x 7m. A cultivar plantada foi Epagri 109. Após a colheita do arroz em cada ano, foram feitas amostras de solo em cada parcela na profundidade de 0-20 cm para análise de P. Os dados obtidos foram analisados por equações de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A produtividade relativa aumentou significativamente com o aumento de teor de P no solo. A variabilidade na produtividade média relativa nos dois anos foi de 74% com o aumento de teor de P no solo. A resposta do arroz irrigado à

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332178, fageria@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO

aplicação de P em solo de várzea é relatada por Fageria et al. (2003a). Com a aplicação de 300 kg  $P_2O_5$ , o aumento da produtividade de grãos foi relacionado com o aumento de 38%, 6%, 8% e 30% do número de panículas, comprimento da panícula, massa de 1000 grãos e índice de colheita (Tabela 1), em comparação com a testemunha. Foram determinadas as correlações entre produtividade de grãos e seus componentes (Tabela 2). Todos os parâmetros da planta foram significativamente correlacionados com a produtividade de grãos. Com isso, a aplicação de P em solos com baixo teor desse nutriente aumenta a produtividade de grãos, o que é refletido pelos seus componentes. A interpretação dos teores de P no solo extraído pelo extrator Mehlich 1 (Tabela 3) baseou-se na produtividade relativa de grãos (Fig. 1). Estes resultados diferem da interpretação dos resultados da análise do solo onde foi aplicado fosfato solúvel, como superfosfato triplo ou superfosfato simples (Fageria et al., 2003b).

**Tabela 1.** Influência de doses de termofosfato na produtividade de grãos de arroz irrigado e seu componentes. Valores são médias de dois anos.

Doses de $P_2O_5$ (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Panículas (n° m <sup>-2</sup> )	Comprimento da panícula (cm)	Massa de 1000 grãos (g)	Índice de colheita
0	1127	264	19,0	23,2	0,23
300	3161	365	20,1	25,1	0,30
600	4397	432	21,3	26,3	0,37
900	5144	412	20,9	26,5	0,40
1200	4720	417	20,8	26,0	0,37
1500	5148	419	22,3	26,6	0,43

**Tabela 2.** Correlação entre produtividade de grãos de arroz irrigado e seus componentes. Valores são médias de dois anos.

Componentes de produtividade	Valor da correlação (r)
Produtividade de matéria seca da parte aérea (kg ha <sup>-1</sup> )	0,8120**
Panículas (n° m <sup>-2</sup> )	0,8930**
Comprimento da panícula (cm)	0,8310**
Massa de 1.000 grãos (g)	0,9000**
Índice de colheita	0,9410**

\*\* Significativo ao 1% de probabilidade.

**Tabela 3.** Interpretação dos teores de fósforo no solo, usando o extrator Mehlich 1, obtidos com a aplicação de termofosfato e produtividade relativa de grãos de arroz irrigado.

Interpretação da análise do solo	Teor de P no solo (mg kg <sup>-1</sup> )	Produtividade relativa (%)
	1° Ano	
Muito baixo	0 - 20	0 - 70
Baixo	20 - 36	70 - 90
Médio	36 - 60	90 - 100
Alto	>60,0	100
	2° Ano	
Muito baixo	0 - 14	0 - 70
Baixo	14 - 26	70 - 90
Médio	26 - 40	90 - 100
Alto	>40	100
	Média de dois anos	
Muito baixo	0 - 17	0 - 70
Baixo	17 - 32	70 - 90
Médio	32 - 45	90 - 100
Alto	>45	100

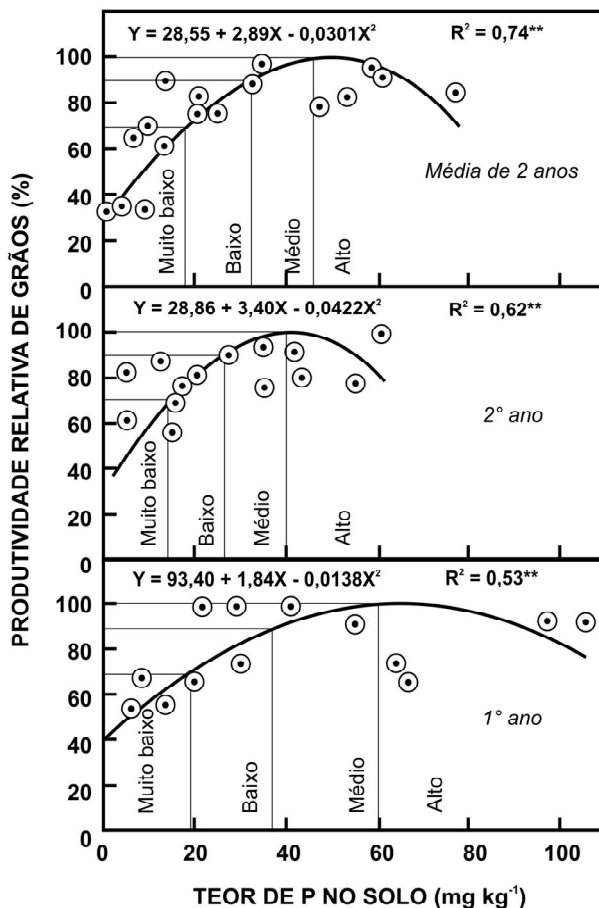


Fig. 1. Relação entre o teor de P no solo extraído pelo extrator Mehlich 1 e produtividade relativa de grãos de arroz irrigado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy** v. 80, p.63-152, 2003a

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003b. 250p.

## AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E ACUMULAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NA PLANTA DE ARROZ IRRIGADO

FAGERIA, N. K. <sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** As principais características morfológicas da planta de arroz são altura da planta, perfilhos, folhas e raízes. Estas características estão associadas com a produtividade. Por exemplo, a altura da planta é importante na determinação da resposta da planta ao

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332178, fageria@cnpaf.embrapa.br.

nitrogênio. As variedades de porte alto acamam com o aumento de doses de nitrogênio. Com o acamamento, reduz-se o movimento dos carboidratos fotossintéticos e dos nutrientes absorvidos pelas raízes e, em consequência, a produtividade diminui. Entretanto, o porte extremamente baixo é desvantajoso porque, neste caso, as folhas têm muito pouco espaço entre si, resultando sério sombreamento mútuo. O número de perfilhos é importante na determinação da produtividade e, geralmente, apresenta resposta quadrática com a produtividade de arroz. O conhecimento de padrão de acumulação de nutrientes durante o ciclo da cultura é importante no manejo apropriado da fertilidade do solo. Portanto, foi conduzido um ensaio em casa de vegetação utilizando uma cultivar moderna de arroz irrigado. O objetivo do trabalho foi de quantificar as características morfológicas e o padrão de acumulação de macronutrientes durante o ciclo da planta de arroz irrigado.

**MATERIAL E MÉTODOS :** Foi conduzido um experimento em casa de vegetação, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, utilizando-se um Inceptissolo de várzea. Os tratamentos consistiram de seis épocas de observações morfológicas e colheitas de plantas para análise químicas. As épocas foram: na iniciação do perfilhamento (IP), no perfilhamento ativo (PA), na iniciação do primórdio floral (IPF), no emborrachamento (E), na floração (F) e na maturação fisiológica (MP). A cultivar utilizada foi de BRSGO Guará. Cada estágio de desenvolvimento foi identificado visualmente, com exceção da iniciação do primórdio floral. Para identificação desta fase, foram plantados seis vasos extras e as plantas destes vasos foram usadas para identificar o referido estágio, por meio de um corte no colmo principal, no primeiro nó. A identificação começou aos 55 dias após o plantio, sendo feita em dias alternados. Após a colheita, a parte aérea e as raízes foram tiradas e lavadas com água destilada, várias vezes, o material foi secado e feita a determinação da produção de matéria seca. Os dados foram analisados utilizando equações de regressão apropriadas, considerando a idade das plantas como variável independente (X) e os parâmetros das plantas como dependente (Y).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A altura da planta, número de folhas por colmo, número de perfilhos por planta e comprimento máximo das raízes aumentaram significativamente ( $P < 0.01$ ) e quadraticamente com o avanço de idade da planta (Fig. 1). Altura máxima da planta atingiu 100 cm, 108 dias após a semeadura e depois ficou constante. A altura da planta mostrou associação altamente significativa ( $r = 0,8150^{**}$ ) com a massa seca da parte aérea mais grãos (Tabela 1). Isto significa que ainda existe a possibilidade de aumentar a altura da planta para mais de 100 cm para aumentar a produtividade de arroz irrigado. O número máximo de folhas (6 folhas por colmo) ocorreu aos 79 dias após a semeadura, após esse tempo houve uma pequena diminuição. A diminuição de folhas após 79 dias da idade da planta está associada com a senescência das folhas mais velhas. O número máximo de perfilhos foi atingido com 90 dias de idade e depois diminuiu (Fig. 1). A diminuição de perfilhos foi devido à morte de alguns perfilhos que emergiram mais tarde, devido à competição por luz e nutrientes. O número de perfilhos correlacionou-se significativamente ( $r = 0,4700^*$ ) com a produção de massa seca da parte aérea mais grãos (Tabela 1). O comprimento das raízes aumentou com avanço de idade da planta e atingiu valor máximo aos 105 dias após a semeadura, o que corresponde a época da floração. O comprimento das raízes apresentou correlação altamente significativa ( $r = 0,6700^{**}$ ) com a produção de massa seca da parte aérea mais grãos (Tabela 1). Esta relação positiva entre comprimento das raízes e produção de massa seca da parte aérea mais grãos está relacionada com a absorção adequada de água e nutrientes pelas raízes e pelo uso deste recurso no desenvolvimento das folhas o que aumenta o processo fotossintético da planta. A acumulação de todos os macronutrientes aumentou significativamente com o avanço da idade da planta e a resposta foi quadrática (Fig.2). Este tipo de resposta está associada com a produção de massa seca da parte aérea e a diminuição ou nivelamento na fase de enchimento de grãos, no caso de alguns nutrientes, está correlacionado com a translocação destes nutrientes para os grãos. A ordem de acumulação dos nutrientes foi de  $N > K > Mg > Ca > P$ . A acumulação de todos os nutrientes apresentou correlação altamente significativa com massa seca da parte aérea mais grãos (Tabela 1), o que indica a necessidade de aplicação destes nutrientes em solos de várzea para

produção de arroz irrigado. Baseado no valor dos coeficientes de correlação, pode ser concluído que a importância dos nutrientes na produção de arroz irrigado foi de  $P > Ca > Mg > K > N$ . A deficiência de P é largamente relatada na cultura de arroz irrigado na região central do Brasil. Os solos de várzea da região central do Brasil são ácidos e a calagem é considerada uma prática essencial para fornecimento de Ca e Mg e aumento do pH. Portanto, a necessidade de Ca e Mg era esperada nestes solos.

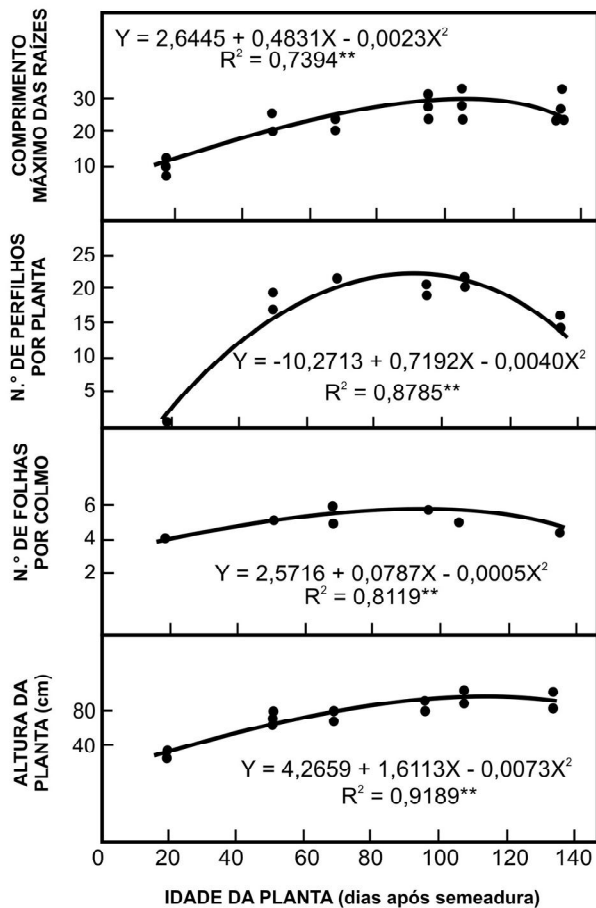


Fig. 1. Relação entre idade da planta e altura da planta, nº de folhas por colmo, nº de perfilhos por planta e comprimento máximo das raízes do arroz irrigado.

Tabela 1. Correlação entre produção de massa seca da parte aérea mais grãos e parâmetros de crescimento da planta e acumulação de nutrientes.

Parametro da planta/acumulação de nutriente	Correlação (r) com massa seca da parte aérea + grãos
Altura da planta (cm)	0,8150**
Comprimento máximo das raízes (cm)	0,6700**
N.º de perfilhos por planta	0,4700*
Massa seca das raízes (g) por planta	0,9450**
Acumulação de N na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )	0,7680**
Acumulação de P na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )	0,9470**
Acumulação de K na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )	0,9040**
Acumulação de Ca na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )	0,9330**
Acumulação de Mg na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )	0,9180**

\*, \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade.

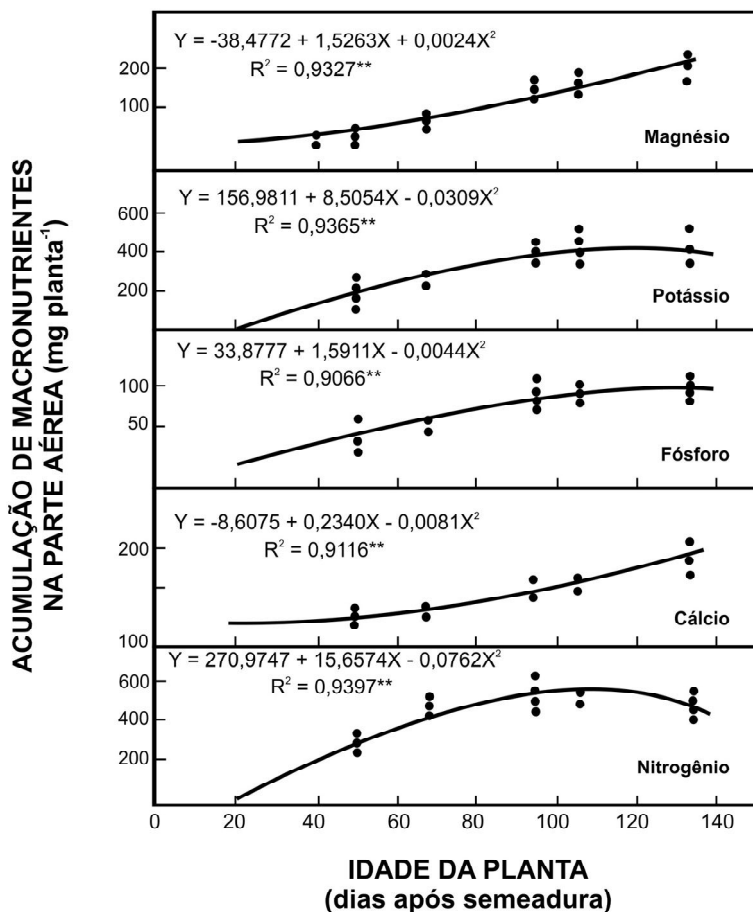


Fig. 2. Relação entre idade da planta e acumulação de macronutrientes na parte aérea do arroz irrigado.

## PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO POR GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO

FAGERIA<sup>1</sup>, N. K., SANTOS<sup>2</sup>, A. B. dos, CUTRIM<sup>3</sup>, V. A.

**INTRODUÇÃO:** O nitrogênio é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade do arroz irrigado. As principais razões da deficiência desse nutriente são suas perdas por vários processos: volatilização, lixiviação, desnitrificação e erosão, baixas doses de aplicação e diminuição do teor de matéria orgânica, devido aos cultivos sucessivos. A eficiência de recuperação de N pelo arroz inundado situa-se em torno de 40%, em solos de várzea. Nessa situação, o uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar a produtividade da cultura, assim como para diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental. A eficiência de recuperação de N pode ser aumentada com a adoção de práticas de manejo apropriadas, como o uso de dose e época de aplicação adequadas, de

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph. D, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332178. fageria@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO



acordo com a necessidade da cultura. Além disso, o emprego de cultivares eficientes na absorção e utilização de N é uma importante estratégia para aumentar a eficiência do uso de N. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta e eficiência de uso de N por gen tipos de arroz irrigado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda Palmital, Embrapa Arroz e Feijão, durante dois anos consecutivos, num Gleissolo Háplico Ta distr fico de várzea (Inceptissolo). Os tratamentos consistiram de 12 gen tipos: CNAi 8859, CNAi 8860, BRS Fronteira, CNAi 8879, CNAi 8880, CNAi 8886, CNAi 8885, CNAi 8569, BRSGO Guará, BRS Alvorada, BRS Jaburu, BRS Biguá, e cinco doses de N, 0, 50, 100, 150, e 200 kg ha<sup>-1</sup>, na forma uréia, 45% N. Metade do N foi aplicado no plantio e restante 45 dias ap s plantio. A adubação básica foi de 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ha<sup>-1</sup>e 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>no sulco de plantio. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, no esquema de parcelas divididas, sendo as parcelas constituídas pelas doses de N e as subparcelas pelos gen tipos, com três repetições. As subparcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento de cada gen tipo. No estágio de maturação, foi colhida a parte aérea das plantas em 1 m da fileira de bordadura, em cada parcela, para determinar o acúmulo de matéria seca da parte aérea. O nitrogênio da parte aérea e dos grãos de cinco gen tipos selecionados ao acaso foi determinado pelo método de Kjeldahl. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve efeitos significativos de dose de nitrogênio, gen tipos e da interação entre ano e gen tipos em relação a produtividade de grãos (Tabela 1). Com isso, são apresentadas as produtividades de grãos dos gen tipos dos dois anos, e com relação o nitrogênio, apenas as médias dos dois anos. Houve resposta quadrática da produtividade de grãos às doses de N aplicadas de 0 a 200 kg ha<sup>-1</sup>(Fig. 1). Porém, 90% da produtividade máxima, considerada como dose econômica, foi atendida com 136 kg ha<sup>-1</sup>de N. Fageria et al. (2003) verificaram que houve resposta significativa e quadrática da produtividade de grãos de arroz irrigado com a aplicação de N na faixa de 0 a 210 kg ha<sup>-1</sup>, em três anos de experimento.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de genótipos de arroz irrigado. Os valores são média de cinco doses de nitrogênio.

Genótipos	1º ano	2º ano	Média
CNAi 8859	4015bc	3663ab	3839ab
CNAi 8860	4519abc	4168ab	4344ab
BRS Fronteira	4415abc	4372ab	4393ab
CNAi 8879	4351abc	4382a	4366ab
CNAi 8880	4394abc	4578a	4486ab
CNAi 8886	4638abc	4262ab	4450ab
CNAi 8885	4856abc	4162ab	4509ab
CNAi 8569	4581abc	3565ab	4073ab
BRSGO Guará	5557a	4098ab	4828a
BRS Alvorada	5260ab	4185ab	4723ab
BRS Jaburu	3778c	3497ab	3638b
BRS Biguá	4343abc	3252b	3798ab
Média	4559	4015	
Teste F			
Ano (A)	*		
Dose de nitrogênio (N)	**		
A X N	ns		
Genótipos (G)	**		
A X G	**		
A X N X G	ns		

\*, \*\*, ns Significativo ao 5 e 1% de probabilidade e não-significativo, respectivamente. Os valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

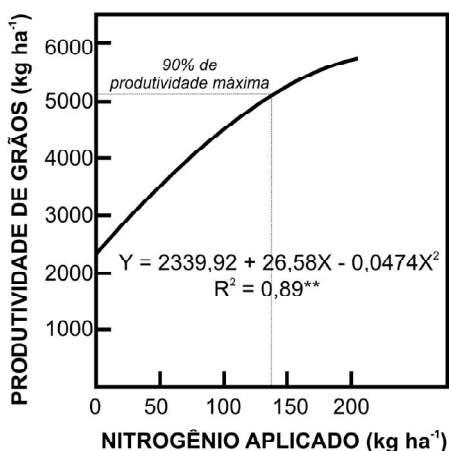


Fig. 1. Relação entre N aplicado e produtividade de grãos. Os valores são média de 12 gen tipos.

A produtividade de grãos dos gen tipos variou de 3778 a 5557 kg ha<sup>-1</sup>, no primeiro ano de cultivo, e de 3252 a 4578 kg ha<sup>-1</sup>, no segundo (Tabela 1). No primeiro ano, a produtividade máxima foi obtida com a cultivar BRSGO Guará, seguida da BRS Alvorada, e a BRS Jaburu teve a menor produtividade de grãos. No segundo ano, o gen tipo CNAi 8880 apresentou a maior produtividade de grãos, seguido pelo gen tipo CNAi 8879, e a cultivar BRS Biguá foi a menos produtiva. A maior produtividade média dos dois anos foi obtida com a cultivar BRSGO Guará, seguida pela BRS Alvorada, e a cultivar BRS Jaburu teve a menor produtividade. Na média de dois anos, a cultivar BRSGO Guará produziu 33% mais que a BRS Jaburu. Isto significa que existe grande potencial de aumento da produtividade com a seleção de genótipos mais eficientes na absorção e utilização de N. A diferença entre os gen tipos de arroz na absorção e utilização de N e no potencial de produtividade é largamente relatada na literatura (Fageria & Barbosa Filho 2001; Fageria et al., 2003).

Os gen tipos diferiram no uso de nitrogênio (Tabela 2). O gen tipo CNAi 8886 produziu 23 kg de grãos por kg de N aplicado. Na mesma situação, o gen tipo CNAi 8569 produziu 17 kg de grãos por kg de N aplicado. Na média 19 kg de grãos foram produzidos por kg de N aplicado. Fageria et al. (2003) relatou que a eficiência agrônômica nas regiões tropicais geralmente situa-se na faixa de 15 a 25 kg de arroz produzido por kg de N aplicado. A eficiência fisiológica foi maior na BRSGO Guará e menor no gen tipo CNAi 8886. Na média, com a acumulação de 1 kg de N na parte aérea e grãos foi produzida 155kg de matéria seca (palha + grãos). Fageria et al. (2003) relataram que a acumulação de 1 kg de N na parte aérea e grãos produziram 146 kg de matéria seca. A eficiência agro-fisiológica variou de 56 a 123 kg grãos produzido por kg de N acumulado na parte aérea e grãos. Na média, a eficiência agro-fisiológica foi de 77 kg de grãos por kg de N acumulado na parte aérea e grãos. Fageria & Baligar (2005) relataram o valor médio de 63 kg de grãos de arroz produzidos com a acumulação de 1 kg de N na parte aérea e grãos. A eficiência de recuperação variou de 23 a 37 % entre os gen tipos com valor médio de 29%. Fageria et al. (2003) relataram que a eficiência do N pela cultura do arroz irrigado é baixa, devido às perdas por volatilização, imobilização, lixiviação e desnitrificação. A maioria dos trabalhos realizados mostra que eficiência de recuperação na cultura do arroz irrigado situa-se entre 20 a 40% (Fageria et al., 2003; Fageria & Baligar, 2005).

Tabela 2. Eficiência do uso de N por genótipos de arroz irrigado. Os valores são média de 4 doses de N.

Genótipos	EA (kg kg <sup>-1</sup> )	EF (kg kg <sup>-1</sup> )	EAF (kg kg <sup>-1</sup> )	ER (%)
CNAi 8886	23	105	56	37
CNAi 8569	17	188	69	29
BRSGO Guará	21	222	123	29
BRS Jaburu	16	114	64	26
BRS Biguá	19	145	74	23
Média	19	155	77	29

EA = Eficiência agrônômica, EF = Eficiência fisiológica, EAF = Eficiência agrofisiológica e ER = Eficiência de recuperação.

**CONCLUSÕES:** Houve efeito significativo e quadrático na produtividade de grãos à aplicação de nitrogênio. Na média, 90% de produtividade de grãos, que é usada como critério de calcular a dose econômica de adubação nos trabalhos de nutrição de plantas, é atingida com  $136 \text{ kg N ha}^{-1}$ , aplicado metade na semeadura e metade na fase de perfilhamento ativo (45 dias ap s plantio). A eficiência do uso de N variou de acordo com gen tipos e com tipo de eficiência calculada. A eficiência de recuperação do arroz irrigado é, em média, de 29%, que significa que grande parte de N é perdida.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy* v. 88, p. 97-185, 2005.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Nitrogen use efficiency in lowland rice genotypes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* v.32, n. 13&14, p. 2079-2089, 2001.

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*, v. 80, p. 63-152, 2003.

## RESPOSTA DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS À APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO EM SUPERFÍCIE NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO<sup>1</sup>

SORATTO<sup>2</sup>, R.P., CRUSCIOL<sup>3</sup>, C.A.C.

**INTRODUÇÃO:** Existe interesse na busca de alternativas para a implantação do sistema de plantio direto em áreas anteriormente cultivadas no sistema convencional de preparo do solo ou sob pastagens, sem a incorporação prévia do calcário, realizando-se a calagem superficialmente desde o estabelecimento do sistema, onde não haja impedimento físico ao crescimento radicular. Esse procedimento apresenta como vantagem a manutenção de atributos estruturais do solo, com maior controle da erosão, bem como reduzir os gastos com operações de incorporação de corretivos e preparo do solo (Caires et al., 2004). O gesso agrícola, por ser mais solúvel e apresentar relativa mobilidade no solo, é apontado como alternativa para correção das camadas subsuperficiais do solo em curto prazo, podendo ser utilizado como um produto complementar ao calcário. Além disso, sabendo que existem diferenças entre cultivares de arroz de terras altas no que se refere à tolerância à acidez do solo (Duarte et al., 1999), podem ser utilizados cultivares mais tolerantes no início do sistema, época em que os efeitos do calcário aplicado em superfície ainda não atingiram as camadas subsuperficiais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de cultivares de arroz de terras altas à aplicação de calcário e gesso em superfície, na implantação do sistema de plantio direto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, em um Latossolo Vermelho distroférrico. A análise química preliminar do solo na camada de 0-0,20 m apresentou os seguintes valores: pH ( $\text{CaCl}_2$ ) = 4,2; MO = 20,9 g  $\text{dm}^{-3}$ ; P (resina) = 9,2 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; K, Ca, Mg, H + Al, SB e CTC = 1,2; 14; 5,0; 36,8; 21,2 e 58,0 mmol  $\text{dm}^{-3}$ , respectivamente e V = 37%. Os teores de areia, silte e argila foram de 545, 108 e 347 g  $\text{kg}^{-1}$ , respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdivididas, com 4 repetições. Nas parcelas de 5,2 x 18,0 m, foram aplicados, em

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, MS (0xx67) 3596-2021, soratto@uem.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

outubro de 2002, quatro doses de calcário dolomítico na superfície, com 71% de PRNT (0, 1.100, 2.700 e 4.300 kg ha<sup>-1</sup>, calculadas visando elevar a saturação por base do solo na camada de 0-0,20 m à 50%, 70% e 90%, respectivamente). As subparcelas de 5,2 x 9,0 m foram constituídas pela aplicação de gesso agrícola (sem e com a aplicação de 2.100 kg ha<sup>-1</sup>). Nas subsubparcelas, formadas por 8 linhas de 9,0 m, entraram os cultivares de arroz, Caiap e IAC 202, no espaçamento de 0,3 m entre linha. Na época do florescimento do arroz, 3 meses após a aplicação dos tratamentos (calcário e gesso), foram realizadas amostragens de solo, para análise química, na profundidade 0-0,20 m (Tabela 1). O arroz foi semeado no dia 20/11/2002, utilizando-se aproximadamente 70 sementes por metro de linha. A adubação básica nos sulcos de semeadura constituiu-se de 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula-NPK 08-28-16 + 4,5% de S + 0,5% de Zn. No final do ciclo da cultura determinou-se o número de panículas m<sup>-2</sup>, o número espiguetas por panícula, a fertilidade das espiguetas, a massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos.

**Tabela 1.** Resultados de análises químicas do solo (0-0,2 m), 3 meses após a aplicação de calcário e gesso em superfície, ou seja, no florescimento do arroz.

Calcário	pH (CaCl <sub>2</sub> )		H + Al		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		V	
	SG <sup>(1)</sup>	CG	SG	CG	SG	CG	SG	CG	SG	CG
kg ha <sup>-1</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>									
0	4,90	5,05	36,29	34,78	10,47	24,50	3,95	4,80	31,66	47,11
1100	5,23	5,14	29,86	33,98	43,05	42,28	6,24	6,89	60,56	57,47
2700	5,47	5,45	28,76	31,54	35,93	44,20	6,92	6,87	59,63	59,32
4300	5,49	5,77	29,19	25,51	38,18	55,71	6,65	10,82	59,37	72,99

<sup>(1)</sup> SG = Sem aplicação de gesso, CG = Com aplicação de gesso (2.100 kg ha<sup>-1</sup>).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O número de panículas m<sup>-2</sup> não sofreu efeito dos fatores cultivar e gesso isolados (Tabela 2). A calagem, tanto na presença, quanto na ausência de gesso, promoveu resposta quadrática do número de panículas m<sup>-2</sup> (Figura 1). Mediante o desdobramento da interação cultivar x gessagem, verifica-se que no tratamento sem aplicação de gesso o cultivar IAC 202 se destacou, já com a aplicação de gesso o inverso ocorreu (Tabela 3). Assim, pode-se observar que a gessagem promoveu acréscimo no número de panícula m<sup>-2</sup> do cultivar Caiap e redução no do cultivar IAC 202. O número de espiguetas por panícula foi afetado pelo cultivar e pelas interações calagem x gessagem e calagem x cultivar. Apenas na ausência de gesso, a calagem incrementou o número de espiguetas por panícula, de forma quadrática (Figura 1). De acordo com o desdobramento da interação calagem x cultivar, o cultivar IAC 202 respondeu a calagem de forma quadrática, com a dose máxima estimada de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>. Para essa característica, o cultivar Caiap não apresentou resposta à calagem e apresentou menor número médio em relação ao IAC 202 (Tabela 2). Para a variável fertilidade das espiguetas foi observado efeito apenas do cultivar estudado, sendo que o cultivar Caiap foi o que teve os maiores valores (Tabela 2). As doses de calcário não tiveram influência sobre essa variável. A massa de 100 grãos sofreu pequeno efeito da aplicação de calcário, porém, o cultivar Caiap apresentou maiores valores dessa variável (Tabela 2).

**Tabela 2.** Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de gesso agrícola.

Tratamentos	Número de panículas m <sup>-2</sup>	Espiguetas panícula <sup>-1</sup>	Fertilidade das espiguetas (%)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Gesso					
Sem	127,3	96,7	56,3	19,6	1.346
Com	120,5	99,8	54,6	19,6	1.485
Cultivar					
Caiapó	126,7	78,9 b	81,2 a	21,2 a	1.892 a
IAC 202	121,1	117,5 a	49,6 b	18,0 b	938 b

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, dentro de cada fator (gesso e cultivar) diferem estatisticamente pelo teste de DMS (P=0,05).

Pelo desdobramento da interação cultivar x gesso, verifica-se que o cultivar IAC 202 teve produtividade inferior ao cultivar Caiap e que a aplicação de gesso promoveu incremento na produtividade de grãos do cultivar Caiap (Tabela 3). Consta-se que tanto sem como com aplicação de gesso, o aumento das doses de calcário proporcionou incremento linear na produtividade de grãos (Figura 1). Entretanto, os incrementos foram maiores nos tratamentos com aplicação de gesso.

Tabela 3. Desdobramento da interação cultivar x gesso da análise da variância referente ao número de panículas m<sup>-2</sup> e produtividade de arroz de terras altas.

Gesso	Cultivar	
	Caiapó	IAC 202
	Número de panículas m <sup>-2</sup>	
Sem	118,8bB	135,7aA
Com	134,5aA	106,4bB
	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
Sem	1.721bA	970aB
Com	2.064aA	906aB

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, diferem estatisticamente, pelo teste de DMS (P=0,05).

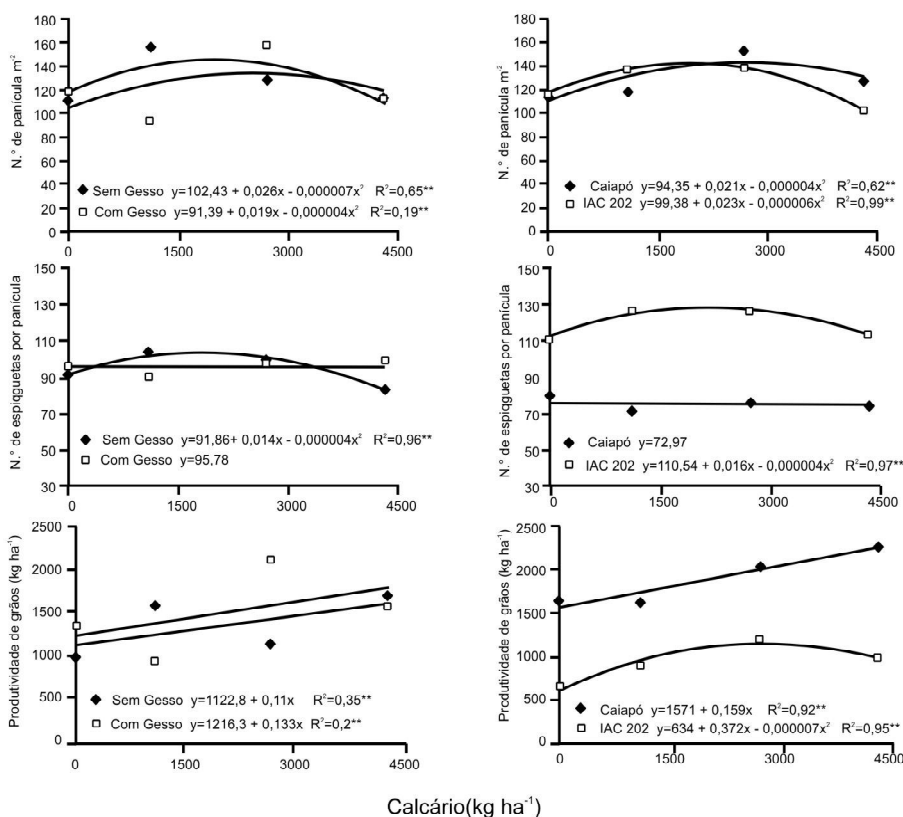


Fig. 1. Componentes da produção e produtividade de grãos de cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de calcário e gesso em superfície. \* e \*\* são significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O aumento das doses de calcário também promoveu resposta linear do cultivar Caiap. O cultivar IAC 202 respondeu de forma quadrática aos incrementos na dose de calcário. De modo geral, o cultivar Caiap apresentou maior produtividade, mesmo no tratamento sem aplicação de corretivo, o que pode ser explicado por ser este um cultivar considerado mais tolerante a acidez, do que o IAC 202. Contudo, todos os tratamentos apresentaram baixa produtividade, o que pode ser

justificado pela ocorrência de períodos de estiagem (veranicos) e altas temperaturas entre o início da fase reprodutiva (diferenciação floral) e o florescimento dos cultivares.

**CONCLUSÕES:** A aplicação dos corretivos em superfície aumentou a produtividade de grãos dos cultivares de arroz de terras altas. O cultivar Caiap apresentou maior produtividade, mesmo no tratamento sem aplicação de corretivos.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPESP pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUJO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.1, p.125-136, 2004.

DUARTE, A.P.; QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; FURLANI, P.R.; KANTHACK, R.A.D. Resposta de cultivares de arroz-de-sequeiro à calagem. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.353-361, 1999.

## MANEJO DO SOLO E DE ÁGUA EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

KAMIMURA, K. M. <sup>1</sup>; ARF, O. <sup>2</sup>; ALVES, M. C. <sup>3</sup>; BINOTTI, F. F. <sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz constitui uma fonte importante de calorias e proteínas na dieta alimentar do povo brasileiro. A alteração de ecossistemas naturais ocorre na medida em que eles vão sendo substituídos por atividades voltadas para fins industriais ou produção de alimentos, provocando degradação, proveniente de uso e manejo inadequado dos solos. Dentre os vários sistemas de uso existentes, as maiores alterações ocorrem na agricultura tradicional, com capital e nível tecnológico mínimos, e no sistema agroquímico, com alto investimento de capital (Centurion et al., 2001). Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido com consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e mais pesadas para essas operações pode levar a modificações desfavoráveis do solo. O sistema de cultivo de arroz predominante no Brasil é o de terras altas, sendo que, na maioria das regiões onde se pratica esta modalidade, a probabilidade de ocorrência de “verânico” é alta, ocasionando queda na produtividade. A alternativa para diminuir perda de produtividade é o uso da irrigação por aspersão. Outro aspecto importante, é que com a diminuição do risco de não atendimento hídrico, o agricultor fica estimulado a utilizar melhor tecnologia, conseqüentemente, aumentar a produtividade da cultura e a qualidade do produto colhido (Arf et al., 2002). Áreas irrigadas requerem cultivo intensivo para maximizar o uso da terra e do sistema de irrigação. A cultura do arroz, devido à resposta a suplementação hídrica, elevado potencial produtivo e compatibilidade fitotécnica com outras culturas, tem elevado potencial para uso em sucessão de cultivos nas áreas irrigadas por aspersão (Faria et al., 2001). Assim, esta pesquisa foi desenvolvida como o objetivo de avaliar os efeitos do manejo do solo e de água no desenvolvimento, produtividade e qualidade de grãos do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2004/05 no município de Selvíria (MS), em área anteriormente ocupada com a cultura do milho (com produção média de matéria seca de 3.193 kg ha<sup>-1</sup>). A precipitação média anual é de 1.370

<sup>1</sup> Aluna(o) de Pós-graduação em Sistema de Produção (Mestrado), Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira, 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista de mestrado da CAPES. karinamarie2@hotmail.com; flaviobinotti@hotmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira. arf@agr.feis.unesp.br.

<sup>3</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira. mcvalves@agr.feis.unesp.br.

mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O solo do local é denominado de LATOSSOLO VERMELHO distr fico argiloso (Embrapa, 1999). A análise química do solo mostrou os seguintes valores: MO = 31 g dm<sup>-3</sup>, P (resina) = 17 mg dm<sup>-3</sup>, pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,9; K, Ca, Mg e H + Al = 1,9; 29; 21 e 22 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, respectivamente, V = 70%. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, constituído de três modalidades de manejo do solo (grade pesada + grade leve, escarificador + grade leve e semeadura direta) e três manejos da água (sem irrigação; irrigação nas fases reprodutiva e de maturação; e irrigação em todas as fases), com quatro repetições. As irrigações foram realizadas por um sistema de irrigação por aspersão convencional com precipitação de 3,3 mm hora<sup>-1</sup> nos aspersores. No manejo de água foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70. Os tratamentos com plantio direto foram instalados em local onde o sistema foi implantado no ano agrícola de 1996/07. A semeadura foi realizada no dia 23 novembro de 2004, utilizando o cultivar IAC 202. Foi utilizada quantidade de sementes necessárias para se obter 120 plantas m<sup>-2</sup>. A emergência das plântulas ocorreu 7 dias ap s a semeadura. A adubação química básica no sulco de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, levando-se em consideração as recomendações de Cantarella et al. (1997), foi constituída da aplicação de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 8-28-16. Em 03/01/2004 foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura utilizando-se 75 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (uréia), logo ap s realizou uma irrigação, com aplicação de uma lâmina de água de aproximadamente 10 mm, para minimizar as perdas do N da uréia por volatilização. Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (m), número de panículas por metro quadrado, número de espiguetas cheias por panícula, massa de 100 grãos, produtividade de grãos e rendimento de grãos inteiros.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 observa-se que o manejo do solo não influenciou a altura de plantas. Entretanto nos tratamentos com irrigação em todas as fases e com irrigação nas fases reprodutivas e maturação apresentaram uma maior altura de plantas em relação ao tratamento sem irrigação, isso pode ter ocorrido devido à sensibilidade da cultura ao déficit hídrico. O plantio direto proporcionou menor número de panículas comparado com o preparo convencional do solo. O tratamento sem irrigação teve um menor número de panículas. Os manejos do solo e de água não influenciaram no número de espiguetas cheias e massa de 100 grãos (Tabela 2), todavia, o tratamento sem irrigação não teve produção de grãos. Uma vez que em arroz de sequeiro, a deficiência hídrica pr xima do estádio de floração aumenta a esterilidade. O preparo do solo com escarificador + grade leve foi o que proporcionou maior produtividade de grãos do arroz de terras altas em comparação com o plantio direto, mais não diferindo da grade pesada + grade leve.

**Tabela 1.** Altura de plantas, número de panículas por metro quadrado e número de espiguetas cheias por panícula, em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2004/05.

<i>Tratamentos</i>	<i>Altura de planta (m)</i>	<i>Nº panículas por m<sup>2</sup></i>	<i>Nº espiguetas cheias por panícula</i>
<b>Manejo do solo</b>			
Escarificador + grade leve	0,82	218 a	152
Grade pesada + grade leve	0,83	213 a	131
Plantio direto	0,83	188 b	124
<b>Manejo de água</b>			
Irigado em todas as fases	0,90 a	244 a	143
Irigação - reprodutiva e maturação	0,93 a	233 a	128
Sem irrigação	0,65 b	142 b	*
<b>CV (%)</b>	<b>7,35</b>	<b>9,79</b>	<b>9,13</b>

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \* Não houve produção de grãos.

**Tabela 2.** Massa de 100 grãos, produtividade de grãos e rendimento de grãos inteiros, em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2004/05.

<i>Tratamentos</i>	<i>Massa de 100 grãos (g)</i>	<i>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Rendimento inteiros (%)</i>
<b>Manejo do solo</b>			
Escarificador + grade leve	2,21	3.551 a	49
Grade pesada + grade leve	2,20	2.938 ab	50
Plantio direto	2,14	2.350 b	45
<b>Manejo de água</b>			
Irigado em todas as fases	2,16	2.898	47
Irrigação - reprodutiva e maturação	2,20	2.995	49
Sem irrigação	*	*	*
<b>CV (%)</b>	<b>5,32</b>	<b>17,36</b>	<b>11,81</b>

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \* Não houve produção de grãos.

O manejo de água teve influência na produtividade, sendo que no tratamento sem irrigação, este não apresentou produção de grãos, devido ocorrência de veranico no período de final da fase reprodutiva e início da fase de maturação. Nas condições de sequeiro a cultura pode sofrer deficiência hídrica em períodos críticos de seu desenvolvimento e produção, entre estes, o da formação dos grãos. Assim, o uso de irrigação consegue fornecer a cultura água no período de formação dos grãos em época de veranico, mantendo assim estabilidade de produção. Resultados obtidos por Crusciol et al. (2003) mostram que os tratamentos com irrigação por aspersão proporcionaram produtividades significativamente superiores a do sistema de sequeiro, em virtude da maior ocorrência de veranicos no período de novembro a março. O rendimento de grãos inteiros não foi influenciado pelo manejo do solo e de água, porém no tratamento sem irrigação não houve produção de grãos.

**CONCLUSÕES:** O preparo do solo com escarificador + grade leve foi o que proporcionou maior produtividade de grãos do arroz de terras altas em comparação com o plantio direto, porém não diferindo da grade pesada + grade leve. O manejo de água teve influência na produtividade, sendo que no tratamento sem irrigação, este não apresentou produção devido ao déficit hídrico no período de maior exigência em água pela cultura.

**Agradecimentos:** À FAPESP pelo financiamento e concessão da bolsa para realização do projeto de pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARF, O. ; RODRIGUES, R. A F.; SÁ M. E.; CRUSCIOL, C.A.C.; PEREIRA, J.C.R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**, v. 59, n.2,p. 321-326, 2002.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. Van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : IAC, 1997, 285p. (Boletim Técnico,100).

CENTURION, J.F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.2, p. 254-258, 2001.

CRUSCIOL, C. A.C.; ARF, O.; SORATTO, R. P.; MACHADO, J.R. Influencia de laminas de água e adubação mineral na nutrição e produtividade de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.647-654,2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa/CNPSo. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos**. Rio de janeiro: Embrapa/CNPSo, 1999, p.208.



FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. Efeito de épocas de semeadura e regimes hídricos em duas cultivares de arroz sequeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p. 43-48, 2001.

## PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO NO CULTIVO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM DIFERENTES TIPOS DE MANEJO DO SOLO E DE ÁGUA

KAMIMURA, K. M. <sup>1</sup>; ALVES, M. C. <sup>2</sup>; ARF, O. <sup>3</sup>; BINOTTI, F. F. S. <sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz constitui uma fonte importante de calorias e de proteínas na dieta alimentar do povo brasileiro. Áreas irrigadas requerem cultivo intensivo para maximizar o uso da terra e do sistema de irrigação. É importante enfatizar que o manejo incorreto do solo causa sérios danos nas propriedades físicas, que pode limitar o desenvolvimento radicular e armazenamento de água, comprometendo o crescimento e a produtividade das plantas. Por isso o enfoque dado aos sistemas de manejo do solo e de água tem aumentado nos últimos anos, por meio dos quais busca-se maximizar o uso do solo e de água, para se alcançar a sustentabilidade do sistema agrícola. Não se deve esperar que solos sob cultivo mantenham as suas características físicas originais, mas deve-se procurar manejá-los de modo a alterar o mínimo possível estas características, especialmente as que afetam a infiltração e retenção de água, como a porosidade e a agregação, para manter a sustentabilidade do sistema. Um requisito essencial de um solo produtivo é que ele seja capaz de manter características adequadas de ar e água às raízes vegetais. A ênfase dada à estrutura do solo como fator de produção agrícola deve-se, em grande parte, ao fato de serem o ar e a água os ocupantes básicos dos espaços vazios (Otonni Filho, 2003). Assim, esta pesquisa foi desenvolvida como o objetivo de avaliar o efeito do manejo do solo e da água nas propriedades físicas de um LATOSSOLO VERMELHO Distr fico no cultivo do arroz de terras altas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2004/05 no município de Selvíria (MS), em área anteriormente ocupada com a cultura do milho (com produção média de matéria seca de 3.193 kg ha<sup>-1</sup>). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O solo do local é denominado de LATOSSOLO VERMELHO Distr fico argiloso (Embrapa, 1999). A análise química do solo mostrou os seguintes valores: MO = 31 g dm<sup>-3</sup>, P (resina) = 17 mg dm<sup>-3</sup>, pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,9; K, Ca, Mg e H+Al = 1,9; 29; 21 e 22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, V = 70%. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, constituído de três modalidades de manejo do solo (grade pesada + grade leve, escarificador + grade leve e plantio direto) e três manejo da água (sem irrigação; irrigação nas fases reprodutiva e de maturação; e irrigação em todas as fases), com quatro repetições. As irrigações foram realizadas por um sistema de irrigação por aspersão convencional com precipitação de 3,3 mm hora<sup>-1</sup> nos aspersores. No manejo de água foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70. Os tratamentos com plantio direto foram instalados em local onde o sistema foi implantado no ano agrícola de 1996/07. A semeadura foi realizada no dia 23 novembro de

<sup>1</sup> Aluna(o) de Pós-graduação em Sistema de Produção (Mestrado), Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira, 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista de mestrado da CAPES. E-mail karinamarie2@hotmail.com; flaviobinotti@hotmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira. E-mail mcalves@agr.feis.unesp.br.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br.

2004, utilizando o cultivar IAC 202. Foi utilizada quantidade de sementes necessárias para se obter 120 plantas  $m^{-2}$ . A emergência das plântulas ocorreu 7 dias após a semeadura. A adubação química básica no sulco de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo, levando-se em consideração as recomendações de Cantarella et al. (1997), foi constituída da aplicação de 250 kg  $ha^{-1}$  da formulação 8-28-16. Em 03/01/2004 foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura utilizando-se 75 kg  $ha^{-1}$  de nitrogênio (uréia), logo após realizou uma irrigação, com aplicação de uma lâmina de água de aproximadamente 10 mm, para minimizar as perdas do N da uréia por volatilização. Foram avaliadas as seguintes características: macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. A coleta das amostras de solo para as avaliações foram realizadas na fase de florescimento da cultura. A macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, foram determinadas para as camadas de solo de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m. O método utilizado foi o da mesa de tensão empregando-se amostras com estrutura não deformada. Para a densidade do solo utilizaram-se as mesmas amostras e usou-se o método do anel volumétrico.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 observa-se que o manejo do solo e de água não tiveram efeito sobre a macroporosidade do solo. A microporosidade, na profundidade de 0-0,10 m e 0-0,40 m, foi influenciada pelo manejo do solo tendo menor microporosidade no plantio direto em comparação ao preparo convencional, entretanto não diferindo da grade pesada na profundidade de 0-0,40 m. O manejo de água não interferiu na microporosidade em nenhuma das profundidades analisadas. Com relação à porosidade total (Tabela 2) verificou-se, que na profundidade de 0-0,10 e 0-0,40 m a mesmas foram influenciadas pelo manejo do solo, obtendo o maior valor no preparo do solo convencional. Porém, o manejo da água não interferiu na porosidade total no perfil do solo. Nas profundidades de 0-0,10 e 0-0,40 m a densidade do solo sofreu efeito do manejo do solo, sendo que o plantio direto teve a maior densidade do solo em relação ao preparo convencional. Todavia, o manejo de água não interferiu na densidade do solo em todas as profundidades analisadas. O menor valor da porosidade total e o maior da densidade do solo na profundidade de 0-0,10 m no plantio direto podem ser devido ao tráfego de máquinas na área, o qual leva a uma acomodação das camadas de solo, negativamente no desenvolvimento do sistema radicular do arroz, levando a menor produtividade de grãos, em virtude do processo de compressão causado por tráfego de máquinas nesse sistema (plantio, tratos culturais e colheita). De acordo com Guimarães e Moreira (2001) o crescimento da parte aérea do arroz de terras altas é diminuído com o aumento da densidade do solo, e a compactação do solo na camada superficial, que diminui a quantidade de raízes presentes nesta camada e na camada inferior não compactada. Por isso, o sucesso do plantio direto na cultura do arroz vai depender do uso da rotação de culturas e da cobertura vegetal, as quais podem minimizar os efeitos da compactação superficial do solo.

**Tabela 1.** Macroporosidade e microporosidade ( $m^3 m^{-3}$ ) em função do manejo do solo e da água, em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2004/05.

Tratamento	Porosidade ( $m^3 m^{-3}$ )					
	<sup>1</sup> Macr	<sup>2</sup> Micr.	Macr.	Micr.	Macr.	Micr.
	0,00-0,10 m		0,10-0,20 m		0,20-0,40 m	
<b>Manejo do solo</b>						
Escarificador	0,12	0,35a	0,09	0,34	0,10	0,38a
Grade pesada	0,12	0,36a	0,08	0,33	0,11	0,37ab
Plantio direto	0,11	0,31b	0,08	0,34	0,09	0,36b
<b>Manejo de água</b>						
Seq.	0,11	0,35	0,09	0,34	0,11	0,36
L1	0,13	0,33	0,08	0,33	0,09	0,37
L2	0,11	0,35	0,08	0,33	0,10	0,37
<b>CV (%)</b>	<b>21,99</b>	<b>7,43</b>	<b>26,24</b>	<b>6,45</b>	<b>21,08</b>	<b>4,15</b>

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>1</sup>macroporosidade; <sup>2</sup>microporosidade; L2 (irrigação em todas as fases); L1 (irrigação nas fases reprodutiva e de maturação), Seq (sem irrigação).

**Tabela 2.** Porosidade total (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e densidade do solo (kg dm<sup>-3</sup>) em função do manejo do solo e da água, em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2004/05.

Tratamento	<sup>1</sup> P.T.	<sup>2</sup> Dens.	P.T.	Dens.	P.T.	Dens.
	0,00-0,10 m					
<b>Manejo do solo</b>						
Escarificador	0,47a	1,42b	0,43	1,52	0,48a	1,35b
Grade pesada	0,48a	1,38b	0,41	1,51	0,48a	1,33b
Plantio direto	0,42b	1,50a	0,42	1,50	0,45b	1,41a
<b>Manejo de água</b>						
Seq.	0,46	1,44	0,43	1,51	0,47	1,35
L1	0,46	1,40	0,42	1,51	0,47	1,37
L2	0,44	1,46	0,41	1,52	0,47	1,36
<b>CV (%)</b>	<b>7,1</b>	<b>4,25</b>	<b>7,91</b>	<b>6,19</b>	<b>4,59</b>	<b>4,08</b>

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, dentro de cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; 1porosidade total; 2densidade do solo; L2 (irrigação em todas as fases); L1(irrigação nas fases reprodutiva e de maturação), Seq (sem irrigação).

**CONCLUSÕES:** Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais, pode-se concluir que o sistema de preparo do solo com escarificador ou grade pesada foram os que resultaram em melhores condições físicas em relação ao plantio direto para o desenvolvimento do arroz de terras altas. Os diferentes manejos de água não interferiram nas propriedades físicas do solo.

**Agradecimentos:** À FAPESP pelo financiamento e concessão da bolsa para realização do projeto de pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.;CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. Van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : IAC, 1997, 285p. (Boletim Técnico,100).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa/CNPSo. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSo, 1999, p.208.

GUIMARAES, C. M. ;MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 36, n.4, p.703-707, 2001.

OTTONI FILHO, T. B. Uma classificação físico-hídrica dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, p.211-222,2003.

## PROBABILIDADE DE ATENDIMENTO DA DEMANDA HÍDRICA DA CULTURA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COMO SUBSÍDIO PARA A DEFINIÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA, SP

MIQUELETTI, F. <sup>1</sup>; RODRIGUES, R. A. F. <sup>2</sup>; ARF, O. <sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** O arroz é cultivado em todo o território nacional, desde Roraima até o Rio Grande do Sul, com destaque para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Ocupa o 3º lugar em área colhida e o 4ºem valor de produção de grãos, sendo utilizado totalmente para

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Aluno de Pós-graduação em Sistemas de Produção, nível de mestrado da Fac. de Eng. de Ilha 22Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira – SP. E-mail fernandomiqueletti@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Professor Adjunto, Agronomia-UNESP- Ilha Solteira. ricardo@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Professor Titular, Agronomia-UNESP- Ilha Solteira. arf@agr.feis.unesp.br

o consumo interno, como alimento básico da população. O sistema de cultivo predominante no Brasil é o de terras altas, que corresponde aproximadamente a 40 % da produção de grãos e ocupa 65 % da área cultivada com arroz no país. Na maioria das regiões, o arroz de terras altas é cultivado em glebas de cerrado, e em grande parte para abertura de novas áreas, situadas em solos de baixa fertilidade. Nessas regiões, a cultura é conduzida durante a estação chuvosa, com diminuição da produção causada pela ocorrência de veranicos. A ocorrência de veranicos durante a fase reprodutiva, pode acarretar perda total da produção. Uma das maneiras de se estabilizar a produção é com o emprego da irrigação por aspersão nos estádios em que a precipitação é insuficiente para suprir a necessidade hídrica da cultura. A estabilidade de produção proporcionada pela irrigação, estimula o agricultor a usar práticas agrícolas de maior nível tecnológico que, conseqüentemente, induz ao aumento da produtividade. As estimativas da necessidade de água das culturas obtidas sem nenhum critério ou resultantes de modelos nem sempre capazes de proporcionar resultados confiáveis, tem se refletido na maioria das vezes, em um dimensionamento inadequado dos sistemas de irrigação o que também influencia no planejamento e operações de programas estratégicos de desenvolvimento local e regional, baseados na utilização de recursos hídricos. Diante do exposto o trabalho teve por finalidade, determinar as melhores épocas de semeadura da cultura do arroz de terras altas nos diferentes estádios de desenvolvimento para diferentes datas de semeadura na região de Ilha Solteira-SP.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para estimativa da probabilidade de distribuição de precipitação com 75 % de ocorrência foram utilizados os valores diários de precipitação da estação meteorológica, pertencente à Companhia Energética do Estado de São Paulo-CESP, localizada no município de Ilha Solteira-SP (20°21'S, 51°22'W e altitude 326 m), no período de 1977 a 1997. Para o estudo proposto os valores diários de precipitação foram agrupados em quinquídios. Os meses considerados foram setembro, outubro e início de novembro. De acordo com Assis et al. (1996), a distribuição gama de probabilidade é a distribuição mais utilizada para o ajuste de totais de altura pluviométrica de períodos mensais ou menores. Sua função densidade de probabilidade tem a seguinte forma:

$$f(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} X^{\gamma-1} e^{-X/\beta} \quad (1)$$

Com  $\beta, \gamma > 0$  e  $0 < X < \infty$ , onde  $\Gamma(\gamma)$  é a função gama do parâmetro  $\gamma$ . Os parâmetros  $\gamma$  e  $\beta$  foram estimados através do método da máxima verossimilhança, obtida pela equação:

$$\beta = X / \gamma \quad (2)$$

$$\gamma = \{1 + [1 + (4 * A/3)]^{1/2}\} / 4 * A \quad (3)$$

$$A = \ln(X) - 1/n \sum \ln(X_k) \quad (4)$$

em que:  $X$  é o valor médio da precipitação no período;  $X_k$  é a precipitação acumulada no período. As equações (2), (3), (4) e a função gama do parâmetro  $\gamma$   $\{\Gamma(\gamma)\}$  foram calculadas para os dados diários de precipitação agrupados em quinquídios para os meses de setembro, outubro e início do mês de novembro. A função cumulativa de probabilidade da distribuição é dada pela equação:

$$f(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^X x^{\gamma-1} e^{-x/\beta} dx \quad (1)$$

A equação (5) não apresenta solução imediata, sendo necessário utilizar expansão em série. A série utilizada foi (Assis et al, 1996):

$$F(t) = (t^\gamma / \gamma * \Gamma(\gamma) * e^\gamma) * \{1 + [t^\gamma / (\gamma + 1)] + [t^{2\gamma} / (\gamma + 1) * (\gamma + 2)] + [t^{3\gamma} / (\gamma + 1) * (\gamma + 2) * (\gamma + 3)] + \dots\} \quad (6)$$

em que:  $t = X / \beta$ . A equação (6) é a probabilidade de ocorrer um valor  $X \leq t$  é  $F(t)$ . Para a resolução da equação (6), o número de termos adotado foi 13. Para estimativa da evapotranspiração da cultura foram utilizados os valores diários de evaporação do Tanque "Classe A" da estação meteorológica, pertencente à Companhia Energética do Estado de São Paulo-CESP, localizada no município de Ilha Solteira-SP, no período de 1977 a 1997. Para o estudo proposto os valores diários de evaporação de água do Tanque "Classe A" foram agrupados em quinquídios, sendo considerados os meses de setembro, outubro e início de novembro. A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), foi calculada pela expressão  $ET_o = k_p * ECA$ , sendo  $k_p$  o coeficiente do tanque e ECA a evaporação do Tanque "Classe A". A evapotranspiração da cultura foi calculada pela expressão  $ET_c = k_c * ET_o$ , sendo  $ET_c$  a evapotranspiração da cultura e  $k_c$  o coeficiente de cultura. Empregou-se o coeficiente do tanque ( $k_p$ ) apresentado por Doorenbos e Pruitt (1977). O uso apenas do total de chuvas de cada período não é suficiente na caracterização do mesmo, por esse motivo, foram utilizados os cálculos para probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura. A probabilidade da precipitação suprir a necessidade hídrica da cultura do arroz de terras altas foi a adotada por Camargo et al. (1988) com distribuição gama-reduzida, sendo baseado na possibilidade da precipitação atender a evapotranspiração da cultura. A função de densidade é:

$$F(x) = \frac{e^{-x/y}}{y} \quad (7)$$

em que:  $X$  é a demanda hídrica ideal;  $y$  é a precipitação do período (mm). A função de distribuição acumulada é:

$$F(x) = -(e^{-x/y}-1) \quad (8)$$

A probabilidade de atendimento hídrico  $p(x)$  para a demanda por período é:

$$p(x) = 1 - F(x) \quad (9)$$

Utilizando-se as equações (8) e (9), foram obtidas as probabilidades da precipitação suprir a necessidade de água da cultura do arroz de terras altas, para todas as simulações de épocas de semeadura.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As precipitações prováveis com probabilidade de 75 % de ocorrência nos agrupamentos quinquídiais, apresentaram média de 7,81 mm, mínima de 2,50 mm e máxima de 16,70 mm. A evapotranspiração da cultura dos 13 quinquídios de semeadura apresentaram para as diversas fases de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas, respectivamente, médias dos valores máximos; mínimos e médios – entre parênteses, o desvio-padrão (dp): fase inicial, 16,63 mm (dp=2,33 mm); 10,20 mm (0,79 mm) e 11,34 mm (0,71 mm) ; fase vegetativa, 20,38 mm (dp=0,40 mm); 17,31 mm (1,11 mm) e 18,63 mm (0,58 mm); fase reprodutiva, 29,12 mm (dp=0,56 mm); 23,07 mm (0,62 mm) e 23,99 mm (0,56 mm), fase de maturação, 20,38 mm (dp=1,56 mm); 17,33 mm (1,74 mm) e 18,58 mm (1,02 mm). A probabilidade de atendimento hídrico dos 13 quinquídios de semeadura, para precipitação provável de 75 % durante o ciclo da cultura do arroz de terras altas apresentou valor máximo de 16,79 %, mínimo 7,79 % e médio 12,63 %. Especificando apenas a fase reprodutiva a qual é a mais exigente em água, o valor máximo de atendimento foi de 11,67 %, mínimo de 4,83 % e médio de 8,26 % (Tabela 1). Com relação a melhor época de semeadura para o arroz de terras altas na região de Ilha Solteira-SP, pode-se verificar que o maior nível de atendimento hídrico encontrado para o ciclo da cultura foi na semeadura simulada no primeiro quinquídio de novembro, no entanto, a fase reprodutiva a qual é a mais exigente em água recebeu maior atendimento na semeadura simulada no primeiro quinquídio de outubro. Mesmo esses períodos apresentando valores de atendimentos maiores que os demais, o nível de atendimento foi baixo, sendo recomendado o uso de irrigação para todas as épocas de semeadura, entretanto, para essa

**Tabela 1.** Probabilidade de Atendimento Hídrico (PAH) para a cultura do arroz de terras altas durante o ciclo e durante a fase reprodutiva da cultura, para semeadura em quinquídios nos meses de setembro, outubro e início de novembro, para precipitação provável de 75 %.

Meses		Datas de simulação de semeadura					
		01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30
		PAH (%)					
Setembro	ciclo	7,79	8,54	9,63	11,17	11,08	11,88
	F. reprodutiva	4,83	7,33	8,67	7,83	9,17	11,00
Outubro	ciclo	12,96	13,67	14,63	14,79	15,25	15,96
	F. reprodutiva	11,67	8,17	7,00	9,50	8,00	7,50
Novembro	ciclo	16,79					
	F. reprodutiva	6,67					

**CONCLUSÕES:** As simulações com precipitação provável de 75 % apresentaram baixas probabilidades de atendimento hídrico, para diferentes épocas de semeadura. Considerando-se as baixas probabilidades de atendimento hídrico recomenda-se para a cultura do arroz de terras altas, irrigação para todas as fases de desenvolvimento e épocas de semeadura. Para essa recomendação é necessário se verificar a viabilidade econômica dessa prática. Para semeadura sem uso de irrigação a melhor época de semeadura identificada foi o primeiro quinquídio de outubro onde o atendimento na fase reprodutiva da cultura foi maior. Com relação ao ciclo total da cultura a melhor época de semeadura identificada foi o primeiro quinquídio de novembro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, F.N.de.; ARRUDA, H.V. de.; PEREIRA, A.R.. **Aplicações de estatística à climatologia** : teoria e prática. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996. 161p.

CAMARGO, M.B.P.; ARRUDA,H.V.; PEDROJÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R. **Probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura do trigo pela precipitação pluvial no Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1988. 26p. (boletim técnico, 120).

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water**. 2.ed.

Rome: FAO Irrigation and Drainage Paper 24,, 1977. 194p.

## IMPACTO DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE A DURAÇÃO DA FASE VEGETATIVA DO ARROZ IRRIGADO, ESTIMADA PELO MÉTODO DE GRAUS-DIA

STEINMETZ<sup>1</sup>, S., PINHEIRO<sup>2</sup>, M. J., FERREIRA<sup>3</sup>J. S. A., DEIBLER<sup>4</sup>, A. N.

**INTRODUÇÃO:** O comprimento do ciclo das cultivares de arroz é determinado, principalmente, pela duração da fase vegetativa. Essa fase, que vai da emergência das plântulas (E) até a diferenciação da panícula (DP), pode apresentar grande variação de duração, em dias, em função da época de semeadura, do ano e da cultivar. Para cultivares insensíveis ao fotoperíodo, a temperatura do ar é a principal responsável por essa variação.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53)3275 8270. E-mail: silvio@cpect.embrapa.br.

<sup>2,3</sup> Ex-bolsistas do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado

<sup>4</sup> Bolsista do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado

Por essa razão, o método de graus-dia tem sido usado para estimar a data de ocorrência da DP visando a adubação nitrogenada de cobertura (Slaton et al., 1996; Infeld et al., 1998; Steinmetz et al., 2004). Apesar de existirem várias teorias a respeito da evolução do clima ao longo dos anos, há consenso em torno do aquecimento global como o principal reflexo do efeito estufa. A média da temperatura do planeta aumentou em torno de 0,65°C no século XX, sendo este mais acentuado na década de 90, e projeta-se que aumente entre 1,4°C e 5,8°C até o final do século XXI (IPCC, 2001). Nas Filipinas, Peng et al. (2004) observaram que, num período de 25 anos (1979-2003), o aumento da temperatura máxima média anual foi de 0,35°C, enquanto que o da mínima média anual foi de 1,13°C. O incremento da temperatura mínima do ar (Tn) foi de 1,33°C na estação seca e de 0,80°C na estação chuvosa. Na região de Pelotas, Steinmetz et al. (2005) encontraram um aumento da média anual de Tn de 1,01°C, no período de 1893 a 2004, e de 1,66°C no período de 1955 a 2004. No Rio Grande do Sul, num período de 57 anos (1948-2004), a tendência de aumento de Tn, no período de outubro a dezembro, mostrou valores crescentes no sentido leste-oeste, variando de 0,8°C a 1,8°C (Marques et al., 2005). O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de cenários de aumentos da temperatura média do ar sobre a duração da fase vegetativa de grupos de cultivares de arroz irrigado em distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de temperaturas máxima e mínima do ar das 16 estações meteorológicas utilizadas por Steinmetz et al. (2004). Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos para seis localidades representativas das principais regiões produtoras do Estado. As estações e o número de anos utilizados, entre parênteses, foram as seguintes: Cachoeirinha (16), Pelotas (40), Quaraí (25), Rio Grande (38), Santana do Livramento (16), Santa Maria (28), Santa Vitória do Palmar (35) e Uruguaiana (28). Os dados foram obtidos junto ao 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO).

A equação usada para o cálculo de graus-dia foi:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b)$$

em que: GD representa o somatório da diferença entre a temperatura média diária (Tm) e a temperatura base (Tb) de 11°C (Infeld et al., 1998), da emergência (i = 1) à

DP (n). A temperatura média diária foi obtida pela soma das temperaturas máxima e mínima, dividida por dois. O limite superior de Tm foi 30°C. Aos dados diários de Tm foram acrescentados os valores de +1°C, +2°C +3°C e +5,8°C. Usando-se esta equação, foram calculados os valores de GD da emergência das plântulas (E) até a diferenciação da panícula (DP), para grupos de cultivares de ciclos precoce e médio que necessitam, respectivamente, de 536 e 638 GD (Infeld, et al., 1998). Os cálculos foram feitos considerando-se variações diárias nas datas de emergência no período de setembro a dezembro, que corresponde ao período de semeadura recomendado pelo zoneamento agroclimático da cultura (Steinmetz et al., 2001). Neste trabalho são apresentados apenas os resultados obtidos para as datas de emergência de 10 de outubro, 10 de novembro e 10 de dezembro. Dos dados gerados para todos os anos, foram obtidos as médias da duração, em dias, do período E-DP.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A tabela 1 indica que, na situação atual, a duração da fase vegetativa (E-DP) é diminuída à medida que a data de emergência avança de 10 de outubro até 10 de dezembro. Em Cachoeirinha, por exemplo, a duração de E-DP para cultivares de ciclo precoce variou de 50 dias para 38 dias. A razão básica desse comportamento é que as temperaturas médias tendem a aumentar do início para o fim da primavera. Com isso, as

somas térmicas exigidas para a ocorrência da DP são atingidas num menor espaço de tempo. Da mesma forma, para uma mesma data de emergência, a duração de E-DP é menor nas localidades mais quentes. Assim, para uma cultivar de ciclo precoce com emergência em 10 de novembro, a duração de E-DP será de 54 dias em Santa Vitória do Palmar e de apenas 41 dias em Uruguaiana. A tabela 1 mostra também que há redução dos períodos E-DP com os cenários de aumento de temperatura. Uma cultivar de ciclo médio em Uruguaiana, por exemplo, experimenta uma redução de 19 dias considerando-se a situação atual (59 dias) e o cenário de +5,8°C (40 dias). As células sem informações na tabela 1 indicam que as datas não são recomendadas pelo zoneamento agroclimático por épocas de semeadura (Steinmetz et al., 2001). Esses cenários de redução da fase vegetativa das cultivares em função do aumento de temperatura sugere alguns questionamentos sobre a maneira de encarar esse problema no futuro. Alguns pontos que merecem ser discutidos são os seguintes: 1) até que ponto a redução da fase vegetativa pode comprometer a capacidade de perfilhamento das cultivares atuais e qual a consequência disso na produção final de matéria seca e de grãos? 2) a redução da fase vegetativa deverá trazer, como consequência, a diminuição do ciclo total das cultivares. Portanto, os programas de melhoramento genético devem estar preparados para testar novos gen tipos, cujas características de ciclo e de potencial de produção sejam adequados a essa nova situação; 3) até que ponto o aumento de temperatura deverá alterar os padrões atuais de épocas de semeadura nas distintas regiões do Estado? É provável que as datas de início de semeadura poderão ser antecipadas em alguns dias e, em especial, nas regiões mais frias.

**Tabela 1.** Duração da fase vegetativa, em dias, de cultivares de ciclos precoce e médio, estimada pelo método de graus-dia, considerando-se a situação atual e de cenários de aumentos da temperatura média do ar em 1°C, 2 °C, 3°C e 5,8°C, em seis localidades produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

Localidades	Datas de emergência	Duração da fase vegetativa (dias)									
		Ciclo precoce					Ciclo médio				
		Atual	+1°C	+2°C	+3°C	+5,8°C	Atual	+1°C	+2°C	+3°C	+5,8°C
Cachoeirinha	10 Out	50	46	43	40	33	58	54	50	47	39
	10 Nov	42	40	37	34	30	50	47	44	41	35
	10 Dez	38	36	33	32	28	-	-	-	-	-
Pelotas	10 Out	-	-	-	-	-	70	60	55	50	44
	10 Nov	50	47	43	40	33	59	55	51	47	39
	10 Dez	43	40	37	35	30	-	-	-	-	-
Santa Maria	10 Out	53	49	45	42	35	61	57	53	49	41
	10 Nov	44	41	38	36	31	52	49	45	42	36
	10 Dez	38	36	34	32	28	-	-	-	-	-
Santana do Livramento	10 Out	-	-	-	-	-	69	60	55	50	40
	10 Nov	49	46	42	39	33	58	53	50	47	39
Vitória do Palmar	10 Dez	42	39	36	34	29	-	-	-	-	-
	10 Out	-	-	-	-	-	77	67	61	55	43
	10 Nov	54	50	46	43	35	64	59	54	50	42
Uruguaiana	10 Dez	46	43	39	37	31	-	-	-	-	-
	10 Out	51	48	44	41	34	59	55	52	48	40
	10 Nov	41	38	36	34	30	48	45	43	41	35
	10 Dez	35	34	32	30	27	-	-	-	-	-

**CONCLUSÃO:** Cenários de aumentos da temperatura média do ar provocam reduções na duração da fase vegetativa do arroz irrigado em distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da; ASSIS, F.N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.187-191, 1998.



IPCC-2001. Summary for Policymakers Climate Change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability. Disponível em: [http://www.meteo.gov.uk/sec5/CR\\_div/ipcc/wgl/ipcctar.html](http://www.meteo.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wgl/ipcctar.html). Acesso em 22 Mar.2006.

MARQUES, J.R.Q.; STEINMETZ, S.; DINIZ, G.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul, sua relação com o aquecimento global e possíveis impactos no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p.224-226.

PENG, S.; HUANG, J.; SHEEHY, J.E.; LAZA, R.C.; VISPERAS, R.M.; ZHONG, X.; CENTENO, G.S.; KHUSH, G.S.; CASSMAN, K.G. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. **National Academy of Sciences of the USA**, Washington, D.C., v.101, n.27, p.9971-9975, jul. 2004. Disponível em: [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101). Acesso em: 15 jul. 2004.

SLATON, N.; HELMS, S.; WELLS, B. DD50 Computerized Rice Management Program. In: HELMS, R.S. **Rice Production Handbook**. Little Rock: Cooperative Extension Service University of Arkansas, 1996. p. 24-27.

STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; ASSIS, F.N. de.; WREGE, M. S.; FERREIRA, J.S.A. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2004. 33p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).

STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; MARIOT, C.H.P.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul (versão 3)**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2001. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis consequências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14. Campinas. **Anais**. Campinas. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. 1CD-ROM.

CBC-TRAB\_89-2 TEMPERATURA DO SOLO NA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO ARROZ...

## ESTUDO COMPARADO DAS ESTIMATIVAS DE CUSTO E RENTABILIDADE DAS CULTIVARES IAC 600 (ARROZ PRETO) E IAC 105, VALE DO PARAÍBA, 2005/2006

CAPANEMA, L. M. <sup>1</sup>; CARMO, M. S. do. <sup>2</sup>; COMITRE, V. <sup>3</sup>; BASTOS, C. R. <sup>4</sup>.

**INTRODUÇÃO.** O Vale do Paraíba tem sido historicamente uma região produtora de arroz no sistema irrigado no Estado de São Paulo. Isso se deve ao fato da existência de significativas extensões de várzeas no Vale do Rio Paraíba do Sul e de condições climáticas favoráveis para esse tipo de cultura. Desde 1992 o Instituto Agronômico de Campinas, órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético para obtenção de grãos especiais de arroz, com a finalidade de atender à demanda de nichos de mercado (SÃO PAULO, 2001). Como fruto dessas pesquisas foi lançada a cultivar de arroz preto, IAC

<sup>1</sup>Pesquisadora, APTA Regional Vale do Paraíba, APTA/SAASP, Caixa Postal 07, CEP 12400-280, Pindamonhangaba, Estado de São Paulo, Fone (12) 3642-1812. email: [luizamcb@aptaregional.sp.gov.br](mailto:luizamcb@aptaregional.sp.gov.br).

<sup>2</sup>Professora Adjunta, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/UNESP/Botucatu, e Prof<sup>a</sup> Colaboradora da Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP.

<sup>3</sup>Pesquisadora Doutora, Instituto de Economia Agrícola, APTA/SAASP.

<sup>4</sup>Pesquisador Doutor, Instituto Agronômico de Campinas, APTA/SAASP.

600 (*Oryza sativa*), que não deve ser confundida com o arroz selvagem pertencente ao gênero zizania. Aquela cultivar possui grande aceitação na culinária *gourmet*, e o plantio em escala comercial no Brasil está iniciando na região do Rio Paraíba, em São Paulo. O objetivo deste trabalho foi obter os coeficientes técnicos e calcular os custos e as receitas para a produção das cultivares IAC 600 e IAC 105, estabelecendo a comparação dos resultados econômicos para os preços esperados da safra 2005/2006.

**MATERIAL E MÉTODOS.** Por meio de entrevistas diretas ao produtor foram obtidos os coeficientes técnicos de produção, constituindo-se em estudos de caso para dois agricultores, um para cada cultivar. Os preços dos insumos e da mão-de-obra, que não foram informados pelos entrevistados, referem-se aos valores praticados no comércio localizado na região de abrangência do Escritório de Desenvolvimento Regional (EDR) de Pindamonhangaba, no período de dezembro de 2005 a janeiro de 2006. A produtividade dos arrozais, bem como o preço a ser pago aos produtores são valores médios estimados pelos próprios agricultores para o período de comercialização na região. A metodologia adotada para essa comparação foi a do Instituto de Economia Agrícola, região da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, que divide os custos em dois grupos de despesas, Custo Operacional Efetivo (COE) e Custo Operacional Total (COT). No primeiro estão os gastos em dispêndios monetários, desembolsados pelo agricultor. O segundo se constitui do COE acrescido dos custos contábeis, como por exemplo, a depreciação de máquinas (MATSUNAGA, 1976). Nessa estrutura as remunerações do empresário, da terra e do capital, ficam em um possível "resíduo", obtido da diferença entre a renda bruta e os custos operacionais. As rentabilidades foram medidas pela receita bruta, receita líquida, margem bruta e ponto de nivelamento.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO.** Nas tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados obtidos para os custos e as rentabilidades. Percebe-se que embora a produtividade do arroz preto seja cerca de 43% (50 sc/ha) mais baixa do que a cultivar convencional (115 sc/ha) os preços de venda esperados pelos produtores são muito mais elevados para o primeiro (R\$300,00/sc de 60kg) em relação ao segundo hectare, a uma margem bruta de 342% e, a um ponto de nivelamento de, aproximadamente, 12 sacas por hectare para cobrir seus custos operacionais totais.

**Tabela 1.** Estimativa de custos e rentabilidade econômica da cultivar IAC 600, Vale do Paraíba, 2005/2006.

Item	Valor (R\$)	Participação Percentual sobre o COT
Mão-de-obra	110,14	3,25
Sementes	375,00	11,07
Azubos	364,76	10,77
Defensivos	215,50	6,36
Operação de máquinas	718,77	21,22
Secagem por empreita	125,40	3,70
Sacaria	27,00	0,80
Arrendamento	501,60	14,81
Encargos sociais diretos <sup>1</sup>	39,62	1,17
<b>Custo operacional efetivo (COE)</b>	<b>2.477,79</b>	<b>73,15</b>
Depreciação de máquinas	579,31	17,10
CESSR <sup>2</sup>	330,00	9,74
<b>Custo operacional total (COT)</b>	<b>3.387,10</b>	<b>100,00</b>
<b>Custo operacional por unidade (sc./ha)</b>	<b>67,74</b>	
Produtividade (sc./ha)	50,00	
Preço esperado (sc/ha)	300,00	
<b>Receita bruta (RB) (R\$/ha)</b>	<b>15.000,00</b>	
<b>Receita líquida (RB - COT) R\$/ha)</b>	<b>11.612,90</b>	
<b>Margem bruta (RL/COT) (%)</b>	<b>342,86</b>	
Ponto de nivelamento (COE)(sc./ha)	8,26	
Ponto de nivelamento (COT)(sc./ha)	11,29	

Fonte: Dados da pesquisa

<sup>1</sup>Refere-se a mão-de-obra comum e tratorista

<sup>2</sup>Refere-se à contribuição de seguridade social de 2,2% sobre a renda bruta

**Tabela 2.** Estimativa de custos e rentabilidade econômica da cultivar IAC 105, Vale do Paraíba, 2005/2006.

<i>Item</i>	<i>Valor (R\$)</i>	<i>Participação Percentual sobre o COT</i>
Mão-de-obra	129,05	4,26
Sementes	85,00	2,81
Aubos	455,26	15,04
Defensivos	285,43	9,43
Operação de máquinas	928,41	30,67
Seguro máquinas agrícolas	30,00	0,99
Encargos sociais diretos <sup>1</sup>	42,59	1,41
Arrendamento (34% da área total)	266,00	8,79
Pulverização aérea por empreita	75,00	2,48
Sacaria	51,75	1,71
Outros materiais <sup>2</sup>	167,32	5,53
<b>Custo operacional efetivo (COE)</b>	<b>2.515,80</b>	<b>83,11</b>
Depreciação de máquinas	451,75	14,92
CESSR <sup>3</sup>	59,46	1,96
<b>Custo operacional total (COT)</b>	<b>3.027,01</b>	<b>100,00</b>
<b>Custo operacional por unidade</b>	<b>26,32</b>	
Produtividade (sc./ha)	115,00	
Preço esperado (saca 60kg)	22,00	
<b>Receita bruta (RB) (R\$/ha)</b>	<b>2.530,00</b>	
<b>Receita líquida (RB-COT) (R\$/ha)</b>	<b>-497,01</b>	
<b>Margem bruta (RL/COT) (%)</b>	<b>-16,42</b>	
Ponto de nivelamento (COE)(sc./ha)	114,35	
Ponto de nivelamento (COT)(sc./ha)	137,59	

Fonte: Dados da pesquisa

<sup>1</sup>Refere-se a mão-de-obra comum e tratorista

<sup>2</sup>Refere-se a óleo mineral, k-obiol, Standak e lenha

<sup>3</sup>Refere-se à contribuição de seguridade social de 2,2% sobre a renda bruta

**CONCLUSÃO:** Com base nos dados apresentados para os custos e as receitas, pode-se dizer que a cultivar IAC 600 em relação à IAC 105, apresenta excelentes indicativos em termos de rentabilidades esperadas, constituindo-se em uma tima alternativa de renda aos orizicultores da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Ações Políticas de Transformação do Agronegócio** - Contribuição APTA 2000. São Paulo, 2001. 112 p.

## CONTROLE SELETIVO DO ARROZ-VERMELHO (*Oryza spp.*) NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa L.*)<sup>1</sup>

SANTOS, F.M dos<sup>2</sup>, MARCHEZAN, E.<sup>3</sup>, MACHADO, S.L.O.<sup>4</sup>, VILLA, S.C.C.<sup>5</sup>, AVILA, L.A.<sup>6</sup>, MASSONI, P.F.S.<sup>7</sup>, GROHS, M.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq;

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de P s-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), bolsista CNPq, 97105-210, Dep. Fitotecnia, prédio 44, sala 5335, Santa Maria – RS <fernandoagro@mail.ufsm.br>;

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de P s-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), bolsista CNPq, 97105-210, Dep. Fitotecnia, prédio 44, sala 5335, Santa Maria – RS <fernandoagro@mail.ufsm.br>; <sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFSM, pesquisador CNPq, <emarch@ccr.ufsm.br>

<sup>5</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. do Dep. de Defesa Fitossanitária da UFSM;

<sup>6</sup> Eng. Agr., Mestrando do Programa de P s-Graduação em Agronomia da UFSM, bolsista CAPES;

<sup>7</sup> Eng. Agr., PhD., Prof. do Dep. de Fitotecnia da UFSM;

<sup>7</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da UFSM, bolsista CNPq.

**INTRODUÇÃO:** A principal planta daninha à cultura do arroz irrigado é o arroz-vermelho, espécie que compete com o arroz comercial reduzindo a produtividade da lavoura. Estimativas indicam que as perdas decorrentes da competição com arroz-vermelho possam chegar a 20% da produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (Marchezan et al., 2004). Nesse contexto, buscam-se alternativas que minimizem a infestação da daninha nas lavouras sem causar danos ao arroz cultivado. Uma dessas alternativas, denominada Sistema Clearfield, foi desenvolvida na Universidade de Louisiana/EUA e consiste em plantas de arroz tolerantes a herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas. No Brasil, o Sistema Clearfield constitui-se na aplicação do herbicida Only em arroz tolerante, sendo recomendada a dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup> do produto aplicado em p s-emergência (POS). Outra alternativa consiste na supressão de arroz-vermelho com utilização do herbicida Gamit. Estudou-se, no Brasil, a possibilidade da aplicação de 3,0 L ha<sup>-1</sup> de Gamit em pré-emergência (PRE), com sementes protegidas com Permit, na dose de 1,0 kg do produto para cada 100 kg de sementes. O presente trabalho teve por objetivo comparar a eficiência agrônômica dessas duas alternativas no controle do arroz-vermelho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no ano agrícola 2004/05, no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, contendo 7 tratamentos, descritos na Tabela 1, e 5 repetições. Para homogeneizar o banco de sementes de arroz-vermelho, foi incorporado ao solo 125 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, obtendo-se população média de 219 plantas de arroz-vermelho m<sup>-2</sup>. A cultivar IRGA 422 CL foi semeada em linhas espaçadas a 0,17 m, um dia ap s a incorporação das sementes de arroz-vermelho, em 28/10/04, na densidade de 120 kg de sementes ha<sup>-1</sup>, sendo que a emergência do arroz irrigado ocorreu aos 12 dias ap s a semeadura (DAS). Juntamente à semeadura do arroz irrigado, foi realizada a adubação de base aplicando-se 7, 70 e 105 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio (N), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Para a adubação de cobertura, foram utilizados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia, aplicando-se a metade da dose no início do perfilhamento (V4) e o restante na iniciação da panícula (R0). A aplicação do herbicida em PRE foi efetuada dois DAS, utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e bicos tipo leque, calibrado para uma vazão de 125 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação em POS foi efetuada aos 16 dias ap s a emergência (DAE), quando a maioria das plantas do arroz cultivado encontrava-se no estágio V4, ou seja, com quatro folhas formadas, enquanto as plantas de arroz-vermelho encontravam-se no estágio V5. Para aplicação em POS, utilizou-se o mesmo pulverizador acima referido, com vazão de 150 L ha<sup>-1</sup> e adição de 0,5 % v.v. de leo mineral emulsionável. A inundação da área foi realizada um dia ap s a aplicação do tratamento em POS, com lâmina d'água de 5 cm de altura, aproximadamente.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O estande de plantas foi maior na testemunha e no tratamento que não recebeu aplicação de herbicida em PRE (Tabela 1). Esses tratamentos não diferiram da utilização de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Only em PRE, que apresentou estande com mais de 300 plantas m<sup>-2</sup>. Já a aplicação de 1,0 L ha<sup>-1</sup> do herbicida Only e os tratamentos com Gamit ocasionaram redução na população inicial de plantas. Os resultados evidenciam ainda que o controle de arroz-vermelho foi superior nos tratamentos com o herbicida Only comparativamente à utilização de Gamit. O controle de 100% foi obtido com a aplicação de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Only em PRE, seguida de 0,7 L ha<sup>-1</sup> em POS. A aplicação seqüencial de imazetapir como melhor tratamento para o controle do arroz vermelho também foi verificada por Steele et al. (2002) e Ottis et al. (2003). Quanto ao tratamento com a dose recomendada de Only, 1,0 L ha<sup>-1</sup> em POS, observou-se controle de arroz-vermelho em 96%, o que possibilita o seu cruzamento com a planta de arroz, comprometendo assim o sistema. Gealy et al. (2003) salientam a importância do controle total da daninha para evitar o cruzamento do arroz-vermelho com as plantas de arroz, resultando em aparecimento de bi tipos resistentes ao imazetapir. Os tratamentos com maior número de panículas de arroz irrigado por metro quadrado foram a aplicação de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Only em PRE, seguida de 0,7 L ha<sup>-1</sup> em POS, e utilização de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de Only em POS, que

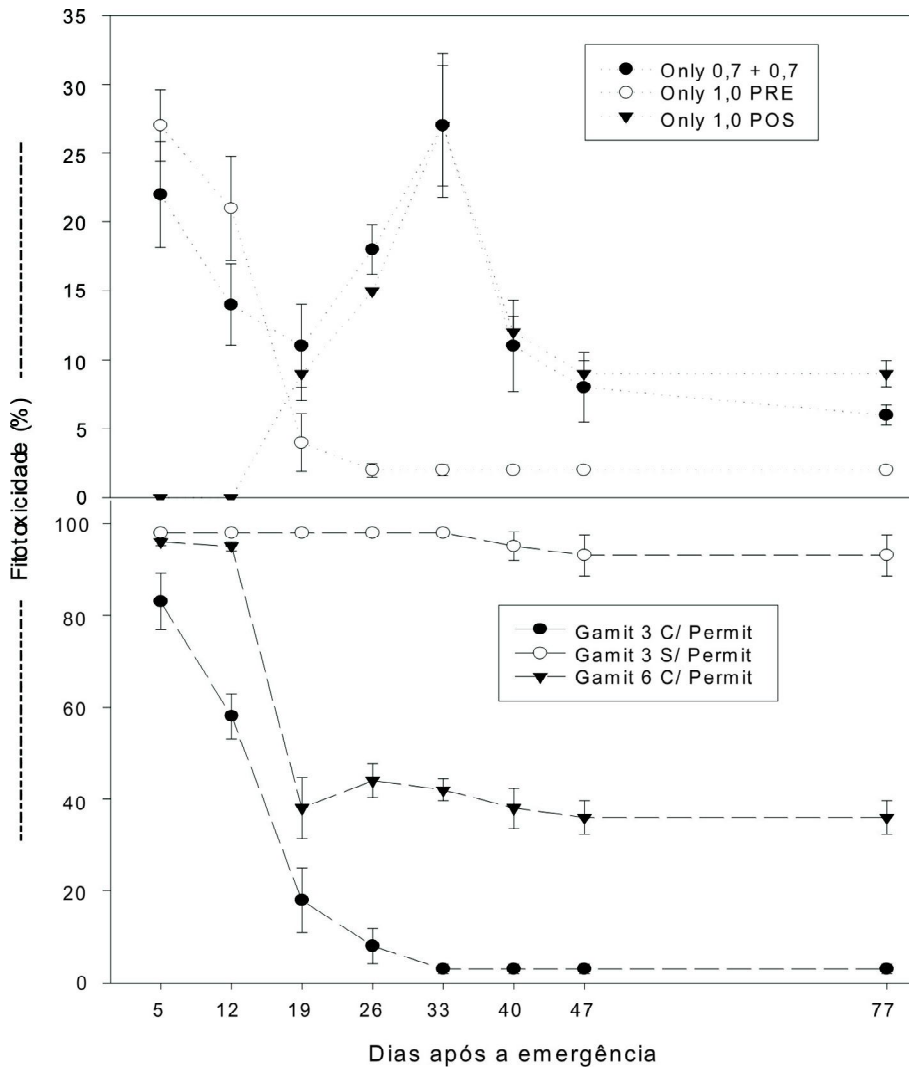
obtiveram também as maiores populações de plantas. Para o número de espiguetas por panícula, observa-se que a aplicação dos tratamentos em PRE, tanto para Only quanto para Gamit, não teve efeito na variável. Já a aplicação da dose recomendada de Only em POS (1,0 L ha<sup>-1</sup>), diminuiu o número de espiguetas de arroz irrigado. Os tratamentos com Gamit ocasionaram o dobro de espiguetas estéreis em relação às aplicações de Only, fator fundamental para a menor produtividade de grãos encontrada naqueles tratamentos. Quanto à massa de mil grãos, a testemunha e a utilização de 3,0 L ha<sup>-1</sup> de Gamit sem Permit, tratamentos com maior infestação de arroz-vermelho, apresentaram também menor massa de grãos. Os resultados obtidos no experimento demonstram também que a produtividade de grãos foi maior com a aplicação de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de Only em PRE, tratamento que resultou em 8411 kg ha<sup>-1</sup>, apesar da redução do estande e do número de panículas por m<sup>2</sup>, decorrentes da aplicação do herbicida. O tratamento com a aplicação seqüencial de Only produziu 7868 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo significativamente do maior rendimento. Já a aplicação do herbicida somente em POS, na dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, apresentou menor rendimento em relação à aplicação da mesma dose em PRE, devido, provavelmente a maior fitotoxicidade no arroz aos 77 DAE (Figura 1) e conseqüente diminuição do número de espiguetas por panículas. Esse dado confirma resultados obtidos por Steele et al. (2002), que indicam redução no rendimento do arroz com o acréscimo das doses de imazetapir em POS de 52 para 70 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Estande de plantas (EP), controle do arroz-vermelho no dia da colheita (CAV), número de panículas (NP), número de espiguetas por panícula (NEP), massa de mil grãos (MMG), esterilidade de espiguetas (EE) e produtividade de grãos (PG), em resposta a doses e épocas de aplicação do herbicida Only, utilizado na cultivar IRGA 422 CL, e à aplicação de doses altas do herbicida Gamit em sementes tratadas com Pemit®. Santa Maria-RS, 2005.

Tratamentos	Doses L ha <sup>-1</sup>		EP (m <sup>2</sup> )	CAV (%) <sup>5, 2</sup>	NP (m <sup>2</sup> )	NEP	MMG (g)	EE (%) <sup>2</sup>	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
	PRE <sup>1</sup>	POS <sup>2</sup>							
Testemunha	0	0	392a <sup>10</sup>	0 f	317 d	53 c	25 c	42 a	2996 f
Only <sup>2</sup>	0,7	0,7	319 abc	100 a	680 a	69 abc	28 ab	17 b	7868 ab
Only	1,0	0	255 c	90 c	457 cd	81 a	29 a	14 b	8411 a
Only	0	1,0	362 ab	96 b	650 ab	62 bc	28 ab	18 b	7613 b
Gamit <sup>4</sup> c/ Permit <sup>5</sup>	3,0	0	292 bc	63 e	502 bc	64 abc	27 abc	33 a	5424 d
Gamit c/ Permit	6,0	0	158 d	74 d	395 cd	77 ab	28 a	35 a	6546 c
Gamit s/ Permit	3,0	0	71 e	— <sup>6</sup>	121 e	72 ab	25 c	34 a	3588 e
Média			264	70,5	446	68	28	28	6055
CV (%)			14,89	2,16	18,07	13,10	5,56	13,09	4,79

<sup>1</sup> Aplicação em pré-emergência; <sup>2</sup> Aplicação em pós-emergência com o arroz-vermelho no estádio V<sub>5</sub>, segundo escala de Counce et al. (2000); <sup>3</sup> Mistura formulada de imazetapir (75 g i.a. L<sup>-1</sup>) + imazapique (25 g i.a. L<sup>-1</sup>); <sup>4</sup> Clomazone (500 g i.a. L<sup>-1</sup>); <sup>5</sup> 0,0-dietil-0-fenil fosforotioato (500 g i.a. kg<sup>-1</sup>); <sup>6</sup> Para a análise, os dados foram transformados para  $\sqrt{\text{vt} \cdot \arccos \text{ en } (y \cdot 0,5) / 100}$ ; <sup>7</sup> Controle de arroz vermelho foi avaliado visualmente em percentagem, onde 0 corresponde a ausência de controle e 100 para controle total; <sup>8</sup> --- Tratamento não avaliado em função do grande desenvolvimento das plantas de arroz-vermelho devido ao baixo estande de plantas; <sup>9</sup> Para a análise, os dados foram transformados para  $\sqrt{\text{vt} \cdot y + 1}$ , (dados apresentados são valores não transformados); <sup>10</sup> Para cada parâmetro analisado, médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey (P=0.05).

A produtividade de grãos foi menor nos tratamentos com Gamit, em comparação à utilização de Only. A alta competição do arroz-vermelho com o arroz cultivado afetou negativamente a produtividade de grãos da testemunha, tratamento que obteve redução de 64% na produtividade em relação à maior produtividade de grãos obtida. Em geral, a fitotoxicidade no arroz foi maior na aplicação de Gamit, em comparação com a utilização de Only (Figura 1), sendo que o tratamento sem a utilização de Permit apresentou a maior fitotoxicidade dentre as aplicações de Gamit, aos 77 DAE. A recuperação da fitotoxicidade nas plantas, nos tratamentos com Gamit, ocorreu aos 19 DAE. Em relação aos tratamentos com Only, as doses de 0,7 L ha<sup>-1</sup> e 1,0 L ha<sup>-1</sup>, em PRE, obtiveram maior fitotoxicidade aos 5 DAE, alcançando a recuperação desta intoxicação aos 19 DAE. Já para as aplicações em POS, nas doses de 0,7 L ha<sup>-1</sup> e 1,0 L ha<sup>-1</sup>, observou-se maior fitotoxicidade aos 33 DAE, ou seja, 17 dias após a aplicação do produto, tendo a planta se recuperado da intoxicação aos 40 DAE (Figura 1). Já a maior fitotoxicidade foi encontrada na aplicação somente em POS.



**Legenda:** PRE = Aplicação em pré-emergência; POS = Aplicação em pós-emergência, (Only 0,7 + 0,7) = Only 0,7 L ha<sup>-1</sup> PRE + 0,7 L ha<sup>-1</sup> POS; (Only 1,0 PRE) = Only 1,0 L ha<sup>-1</sup> PRE; (Only 1,0 POS) = Only 1,0 L ha<sup>-1</sup> POS; (Gamit 3 C/ Permit) = Gamit 3,0 L ha<sup>-1</sup> com Permit; (Gamit 3 S/ Permit) = Gamit 3,0 L ha<sup>-1</sup> PRE sem Permit; (Gamit 6 C/ Permit) = Gamit 6,0 L ha<sup>-1</sup> PRE com Permit.

**Fig. 1.** Fitotoxidade dos tratamentos para o controle de arrozvermelho sobre a cultivar IRGA-422CL. As barras verticais representam 95% de intervalo de confiança. Santa Maria, RS. 2005.

**CONCLUSÕES:** Os resultados evidenciam que, para o controle do arroz-vermelho na lavoura de arroz irrigado, a utilização do Sistema Clearfield é mais eficiente que a aplicação de Gamit e uso de protetor de sementes. A dose de 0,7 L ha<sup>-1</sup> de Only em PRE, seguida da mesma dose em POS, apresenta controle de 100% da planta daninha, não prejudicando o estande de plantas e proporcionando maior produtividade de grãos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEALY, D. R.; MITTEN, D. H.; RUTGER, J. N. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant rice (*O. sativa*): implications for weed management. **Weed Technology**, v.17, n° 3, p. 627-645, 2003.

MARCHEZAN, E. et al. Controle do arroz-vermelho. In: GOMES, A. S; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília/DF: Embrapa Informação, 2004. p.547-577.

OTTIS, B.V.; CHANDLER, J.M.; McCAULEY, G.N. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, vol.17, p.526-533, 2003.

STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; McCAULEY, G. N. Control of red rice (*Oryza sativa*) in imidazolinone-tolerant rice (*O. sativa*). **Weed Technology**, v. 16, p. 627-630, 2002.

## BORO EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

CRUSCIOL, C.A.C.<sup>(1)</sup>; PAVINATO, P.S.<sup>(2)</sup>; AGUIAR, A.<sup>(2)</sup>

**INTRODUÇÃO:** Embora a precisa função do boro (B) no metabolismo das plantas não esteja claramente definida, evidências indicam que ele executa importantes papéis na síntese de hormônios, na estrutura e biossíntese da parede celular e na integridade da membrana plasmática. Uma das principais funções parece ser a estabilização de paredes celulares e também de biomembranas, pela complexação de compostos orgânicos da função cis-diol, conseqüentemente, a sua deficiência resultará na inibição do crescimento apical da raiz. O envolvimento do B no metabolismo dos fenóis e AIA pode causar a morte dos pontos de crescimento e necrose de folhas novas. O B é um dos micronutrientes mais limitantes à produção vegetal, sendo, na faixa de pH 4,0 a 8,0, absorvido como  $H_3BO_3$  e  $H_2BO_3^-$ . Seus teores extremamente baixos ou elevados levam as folhas a mostrarem manifestações visíveis e características desses extremos. As informações a respeito de níveis tóxicos de B no solo são escassas, mesmo porque os teores de B disponíveis encontrados naturalmente nos solos brasileiros são baixos. O arroz de terras altas é normalmente cultivado no Brasil em áreas de cerrado, onde a maioria dos solos é Oxisolo e possuem baixa fertilidade. Esses solos possuem teores extremamente baixos de macro e micronutrientes, incluindo o B. Sendo o B um elemento ainda pouco explorado com relação ao seu potencial de aumento ou redução na produção das culturas, pela deficiência ou toxidez, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de boro na produção de matéria seca e nas variáveis radiculares de dois cultivares de arroz de terras altas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no período de abril a julho de 2004, em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, composto de dois cultivares (Caiaip – grupo tradicional e BRS Talento - grupo moderno) combinado com seis doses de B (0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 mg L<sup>-1</sup> de B fornecidos por meio de solução nutritiva), com quatro repetições. Plântulas de cinco dias de idade foram transplantadas para vasos plásticos pretos de 8 litros, preenchidos com areia lavada com ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Foram conduzidas 4 plantas por vaso. A aplicação da solução nutritiva foi realizada diariamente, diretamente na superfície do substrato, na dose de 200 mL por vaso. O início da aplicação foi no terceiro dia após o transplante, sendo que nos primeiros 15 dias a solução foi aplicada com “meia força”, ou seja, a metade da concentração dos nutrientes, com exceção do B. O excesso de solução drenou naturalmente para fora do vaso, pois dias nublados e com menor evapotranspiração ocasionaram menor absorção pelas plantas. A solução utilizada foi a de

<sup>1</sup>Eng. Agr., Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), CP: 237, CEP: 18610-307, Botucatu, SP. E-mail: crusciol@fca.unesp.br

<sup>2</sup>Eng(a), Agr(a), Mestre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, FCA/UNESP, CP: 237, CEP: 18610-307, Botucatu (SP). E-mail: pspavinato@fca.unesp.br; alana@fca.unesp.br

Furlani & Furlani (1988). A solução nutritiva foi composta por água deionizada e pelos reagentes químicos nas formas p.a. descritos a seguir:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  e Ferrilene (produto comercial: 6% de Fe). Aos 38 e aos 70 dias após o transplante, procedeu-se avaliações do perfilhamento dos cultivares, sendo realizada a contagem manual dos perfilhos efetivamente desenvolvidos em cada planta. A colheita do experimento foi realizada aos 70 dias após o transplante, coletando-se a parte aérea e o sistema radicular. Foram determinadas as seguintes variáveis: nº de perfilhos, matéria seca da parte aérea, matéria seca radicular, teor de N na parte aérea, teor de B na parte aérea e nas raízes, comprimento e diâmetro radicular. Os dados foram submetidos à análise da variância. Utilizou-se análise de regressão para níveis de B, sendo que quando não houve interação foi traçado somente uma linha de regressão representando os dois cultivares.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Todos os resultados estão contidos na Figura 1. O cultivar Caiap apresentou menor número de perfilhos que o BRS Talento, sendo, entretanto, uma característica inerente a esse cultivar ter menos perfilhos, compensando, porém, com maior produção de matéria seca. Observou-se também que, quanto maior o nível de B menor o número de perfilhos para os dois cultivares. O efeito mais depressivo foi com a concentração de 8 mg L<sup>-1</sup> de B, embora tal observação se aplica também às menores concentrações. A produção de matéria seca da parte aérea foi um reflexo do número de perfilhos, ou seja, com a aplicação de até 4 mg L<sup>-1</sup> de B não houve redução expressiva na produção, já com a aplicação de 8 mg L<sup>-1</sup> de B a redução foi de 52 e 45% para os cultivares Caiap e Talento, respectivamente. No entanto, a produção total de matéria seca foi maior no cultivar Caiap, o inverso do observado para o número de perfilhos. Em relação à produção de matéria seca do sistema radicular, não houve diferença significativa entre os cultivares. Foi observada a mesma tendência ocorrida para a matéria seca na parte aérea, ou seja, diminuição da matéria seca radicular com o aumento das concentrações de B, chegando a reduzir em torno de 70% para a concentração de 8 mg L<sup>-1</sup> de B. A concentração de nitrogênio na parte aérea do arroz aumentou de acordo com as concentrações de B na solução nutritiva, sendo este incremento mais significativo para o cultivar Caiap, mostrando que pode ter ocorrido maior síntese protéica e acúmulo de N pela maior concentração de B, não necessariamente representado melhor resultado no desenvolvimento da cultura. A menor concentração de N no cultivar Caiap na testemunha e nas menores doses de B pode ser explicada pelo efeito diluição, pois a matéria seca acumulada nestes tratamentos foi bem maior que na maior dose de B, além disso, a concentração de 29 g de N kg<sup>-1</sup>, observada na testemunha, já pode ser considerada como suficiente para o bom desenvolvimento das plantas. A concentração de B na parte aérea aumentou linearmente com as doses deste nutriente nos dois cultivares, chegando a 182 mg kg<sup>-1</sup> de MS no cultivar Caiap com a aplicação de 8 mg de B L<sup>-1</sup>. Esse aumento na concentração de B nas plantas possivelmente exerceu efeito sobre a concentração de N na parte aérea, pois o B estando em excesso, ocasiona um desbalanço nutricional que interfere na síntese de proteínas e afeta diretamente o metabolismo do N. Neste trabalho, foi observado que a maior produção de matéria seca, nos dois cultivares, em valores absolutos, foi obtida sem aplicação de B. A aplicação de 3,8 e 3,4 mg L<sup>-1</sup> de B reduziu em até 10% a produção de matéria seca, com concentrações no tecido de 93 e 69 mg kg<sup>-1</sup> de MS, para os cultivares Caiap e Talento, respectivamente. Esses valores podem ser considerados como os limites de toxidez para estes cultivares. Pelas curvas ajustadas, a máxima produção de matéria seca seria obtida com 0,44 mg L<sup>-1</sup> de B para o cultivar Caiap, já o cultivar Talento não responde positivamente à aplicação de B. Os dois cultivares apresentaram concentrações semelhantes de B nas raízes. A concentração aumentou com a dose de B aplicada, variando de 17,8 mg kg<sup>-1</sup> na testemunha a 157,6 mg kg<sup>-1</sup> na dose de 8 mg L<sup>-1</sup> de B. Pela curva ajustada, a matéria seca do sistema radicular teria redução de até 10% com a dose de 1,1 mg de B L<sup>-1</sup>. Isso representa uma concentração nas raízes de 27,5 mg kg<sup>-1</sup> de MS, concentrações acima disso limitariam o bom desenvolvimento da cultura. O



comprimento radicular apresentou comportamento semelhante entre os dois cultivares, mostrando a mesma tendência em relação à matéria seca do sistema radicular, ou seja, foi maior na testemunha e decresceu progressivamente com o aumento da concentração de B. Com a concentração de 2,7 mg de B L<sup>-1</sup> seria atingido o limite de até 10% de redução no comprimento do sistema radicular. Maiores concentrações ocasionariam redução muito acentuada que poderia comprometer a produtividade da cultura. O diâmetro médio de raiz foi influenciado pela concentração de B na solução, para os dois cultivares. Ambas mostraram acréscimo no diâmetro médio com o aumento da concentração. Isso mostra que, como observado visualmente no momento da lavagem das raízes, houve um encurtamento e aumento do diâmetro médio com concentrações mais elevadas de B, o que ocasiona menor área de absorção, possivelmente aumentando a suscetibilidade ao estresse por água e nutrientes nas plantas em condições de campo.

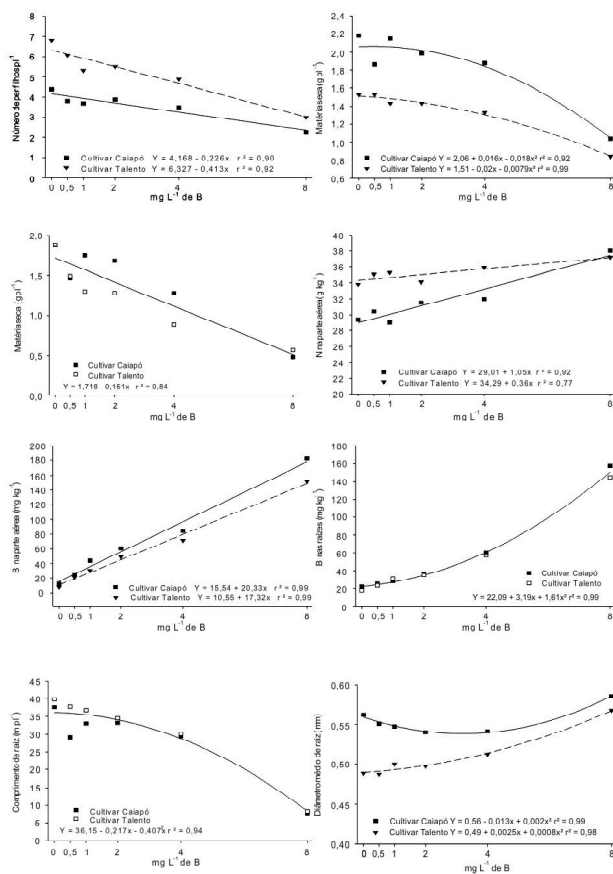


Fig. 1. N<sup>o</sup> de perfilhos, matéria seca da parte aérea e da raiz, teor de N e B na parte aérea, teor de B na raiz, comprimento e diâmetro radicular de cultivares de arroz de terras altas em função de níveis de B.

**CONCLUSÕES:** A produção de matéria seca da parte aérea não é afetada expressivamente com doses de até 4 mg de B L<sup>-1</sup> em solução nutritiva para os dois cultivares de arroz. O limite de toxidez para o sistema radicular dos dois cultivares seria a concentração de 2,7 mg L<sup>-1</sup> de B. Sob toxidez severa de B as plantas de arroz reduzem expressivamente o comprimento e aumentam o diâmetro radicular, resultando em menor área de absorção de nutrientes. Até o estágio avaliado, não foi possível estimar a deficiência de B para o arroz.

# INTERAÇÃO DO ÁCIDO PROPIONICO E CÁLCIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE ARROZ

SCHMIDT<sup>1</sup>, F., FORTES<sup>2</sup>, M. A., SOUSA<sup>3</sup>, R.O.

**INTRODUÇÃO:** Ácidos orgânicos de cadeia curta como os acético, propiônico e butírico são produzidos em solos alagados em decorrência da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, e podem ser tóxicos ao arroz. As plantas de arroz na presença de concentrações tóxicas desses ácidos apresentam menor crescimento radicular e menor absorção de nutrientes (Sousa & Bortolon, 2002). É possível que uma maior nutrição por cálcio possa diminuir os efeitos tóxicos dos ácidos orgânicos e aumentar a absorção de nutrientes. Não foram encontrados na literatura trabalhos que relacionem nutrição por cálcio com toxicidade por ácidos orgânicos em arroz, porém o cálcio exerce um importante efeito na estabilização e funcionamento de membranas e paredes celulares (Marschner, 1995), e uma adequada nutrição pelo elemento aumenta a absorção de N, P e K, estimula a fotossíntese e melhora o desenvolvimento das plantas (Feagley & Fenn, 2000). A função do cálcio na estabilidade da membrana e integridade da célula é refletido de várias maneiras. Em células deficientes em cálcio há um aumento na perda de solutos de baixo peso molecular. Isto também ocorre em plantas com deficiência severa por desintegração total da estrutura da membrana e a perda da compartimentalização celular. Estudo realizado por Marinós (1963), demonstrou que a baixa concentração de cálcio na estrutura da membrana plasmática das plantas, causa sua desintegração, diminuindo a capacidade de absorção de nutrientes. Com base em todas as funções que o cálcio apresenta na integridade das membranas, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de determinar o efeito de doses de cálcio sobre o teor e absorção dos macronutrientes em plantas de arroz submetidas a nível tóxico de ácido propiônico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em solução nutritiva, no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da FAEM/UFPEL, em bancada de laboratório com fornecimento de luz artificial. Os tratamentos foram dispostos em um fatorial 3 x 2, em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, onde foram testados os seguintes fatores: concentração de cálcio (0,2; 1,0 e 5,0 mM) e ácido propiônico (Testemunha sem ácido e 1,25 mM de ácido propiônico). Sementes de arroz da variedade BRS 7 (TAIM) foram pré-germinadas e quando a radícula apresentou aproximadamente 2 cm de comprimento, foi realizada uma seleção das plântulas mais uniformes, que foram transferidas para vasos plásticos de 2 L de volume envoltos por folhas de alumínio para diminuir a luminosidade evitando assim a proliferação de algas. Foram cultivadas três plantas por vaso por um período de 21 dias em solução nutritiva completa que foi renovada a cada 7 dias. Após este período, a solução nutritiva foi trocada, aplicando-se a essa doses de cálcio que permitisse a concentração final de 0,2; 1,0 e 5,0 mM e uma quantidade de ácido acético que permitisse a concentração final de 2,5 mM. O pH da solução nutritiva foi ajustado diariamente ao valor de 4,7, pela adição de HCl 0,5 M ou NaOH 0,5 M. A solução nutritiva foi trocada semanalmente. As plantas foram colhidas após um período de 15 dias sob efeito dos tratamentos. Foram avaliados nas plantas de arroz o teor de N, P, K, Ca e Mg segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) e a quantidade total acumulada a partir do teor em relação ao peso de matéria seca da parte aérea. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e Teste de Duncan a 5 % de probabilidade utilizando o programa estatístico Winstat (Machado, 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na tabela 1 são apresentados os valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio da parte aérea das plantas de arroz. Houve um aumento significativo nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na dose de 5,0 mM de cálcio na presença de ácido propiônico. O incremento do teor de cálcio na parte aérea das plantas submetidas às doses de 1,0 e 5,0 mM, foi de 43 % e 69%,

<sup>1</sup> Aluna da graduação, bolsista FAPERGS, Depto de Solos FAEM/UFPEL, Caixa postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: fabianaschmidt@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Aluna de Pós-graduação, Bolsista CAPES, FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Prof. Dr. em Ciência do Solo, Depto de Solos FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.

respectivamente, se comparadas a dose de 0,2 mM de cálcio. O cálcio tem uma importância muito grande para as culturas, pois 60 % do cálcio celular estão presentes na parede celular (Tobias et al. 1993) cumprindo uma função estrutural extremamente importante. Normalmente quando as células crescem, aumenta a superfície de contato entre elas, aumentando também a necessidade do suprimento do cálcio (pectato de cálcio) para a formação da pectina, promovendo a elongação da parede celular até atingir o tamanho final. As doses de cálcio não afetaram a quantidade acumulada de N, P, K e Mg na parte aérea das plantas de arroz (Tabela 2). Já a quantidade acumulada de Ca nas plantas foi diminuída na dose de 0,2 mM de cálcio. O ácido propiônico diminuiu a concentração e a quantidade total acumulada de N, P, K, Ca e na parte aérea das plantas de arroz (tabelas 1 e 2), independente das doses de cálcio na solução nutritiva enquanto que o Ca e o Mg quase não foram afetados pelo ácido. Rao & Mikkelsen (1977) e Sousa & Bortolon, (2002) também observaram inibição na absorção de nutrientes como efeito dos ácidos orgânicos. A menor absorção de nutrientes, provavelmente ocorre devido ao menor crescimento radicular e inibição de processos responsáveis pela produção de energia na raiz, que podem diminuir a absorção ativa de nutrientes.

**Tabela 1.** Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de plantas de arroz sob efeito do ácido propiônico e doses de cálcio em solução nutritiva.

Ácido Acético (mM)	Doses de cálcio (mM)		
	0,2	1,0	5,0
		N (g Kg <sup>-1</sup> )	
0,0	19,12 Aa	19,48 Aa	18,98 Aa
2,5	17,63 Bab	16,60 Bb	18,48 Aa
		P(g Kg <sup>-1</sup> )	
0,0	5,60 Aa	6,32 Aa	6,30 Aa
2,5	3,90 Ba	3,54 Bb	4,44 Ba
		K (g Kg <sup>-1</sup> )	
0,0	43,71 Aa	46,76 Aa	43,51 Aa
2,5	38,79 Bb	38,33 Bb	43,38 Aa
		Ca (g Kg <sup>-1</sup> )	
0,0	4,28 Ab	5,05 Ab	6,97 Aa
2,5	2,18 Bc	3,81 Ab	7,10 Aa
		Mg (g Kg <sup>-1</sup> )	
0,0	7,11 Aa	7,42 Aa	6,35 Aa
2,5	5,61 Ba	5,08 Ba	5,58 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas em relação a cada indicador diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

**Tabela 2.** Quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de plantas de arroz sob efeito o ácido propiônico em doses de cálcio em solução nutritiva.

Ácido Acético (mM)	Doses de cálcio (mM)		
	0,2	1,0	5,0
		N (mg vaso <sup>-1</sup> )	
0,0	16,06 Ab	22,68 Aa	24,24 Aa
2,5	16,23 Aa	16,78 Ba	18,66 Ba
		P (mg vaso <sup>-1</sup> )	
0,0	4,70 Ab	7,36 Aa	8,03 Aa
2,5	3,59 Ba	3,58 Ba	4,42 Ba
		K (mg vaso <sup>-1</sup> )	
0,0	36,72 Ab	54,56 Aa	55,44 Aa
2,5	35,77 Aa	38,73 Ba	43,00 Ba
		Ca (mg vaso <sup>-1</sup> )	
0,0	3,55 Ac	5,87 Ab	8,91 Aa
2,5	2,01 Bc	3,84 Bb	6,88 Ba
		Mg (mg vaso <sup>-1</sup> )	
0,0	5,96 Ab	8,63 Aa	8,09 Aa
2,5	5,18 Aa	5,14 Ba	5,67Ba

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas em relação a cada indicador diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

**CONCLUSÃO:** O aumento das doses de cálcio influenciou positivamente sobre o teor de N, P, K e Ca em plantas de arroz e promoveu um aumento nos teores acumulados de Ca sob o efeito do ácido propiônico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FEGLEY, S. E. & FENN, L. El uso del cálcio soluble para estimular el crecimiento vegetal. In: **Servicio de Extensi n Agrícola de Texas**. El Sistema Universitario. Texas A & M, 2000.

MACHADO, A. **Sistema de análise estatístico para o Windows (WINSTAT)**. Universidade Federal de Pelotas, 2001. Pelotas.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. 1995. 889p.

MARINOS, N. G. Studies on submicroscopic aspects of mineral deficiencies. I. calcium deficiency in the shoot apex of barley. **Amer. J. Bot.**, v.49, p.834-841, 1963.

RAO, D.N.; MIKKELSEN, D.S. Effect of rice straw incorporation on productions of organic acids in a flooded soil. **Plant and Soil**, The Hague, v.47, n.2, p.303-311, 1977.

SOUSA, R.O.; BORTOLON, L. Crescimento radicular e da parte aérea do arroz (*Oryza sativa* L.) e adsorção de nutrientes, em solução nutritiva com diferentes concentrações de ácido acético. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.8, n.3, p. 231-235, 2002.

TEDESCO, M. J. GIANELLO, C.; Bissani, C. A ; BOHNEN, H.; VOLK WEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, n.5).

## USO DA TERRA NATURAL DE IPIRÁ COMO CONDICIONADOR DO SOLO CULTIVADO COM ARROZ<sup>1</sup>

OLIVEIRA, I.P.<sup>2</sup>; CUSTÓDIO, D.P.<sup>3</sup>; SANTOS, R.S.M.<sup>4</sup>; NEVES, B.P.<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** A Terra Natural de Ipirá é basicamente constituída de uma argila, a bentonita, que apresenta uma composição mineral alumino-silicatada contendo alguns elementos minerais (Anônimo, 2004). É capaz de influenciar as características físicas e comportar como condicionador ou melhorador do solo. Esse produto fornece alguns nutrientes sob forma assimilável às plantas em proporções que facilitam o balanceamento do fluxo de nutrientes na solução no solo e que chegam até à raiz. Quando usado como fertilizante, tem-se recomendado aplicar grandes quantidades para suprir as necessidades das culturas.

Os condicionadores podem funcionar também como corretivos no controle da acidez (Gopinath et al., 2003). Apresentam propriedades semelhantes às da matéria orgânica que ao combinar com o manganês, alumínio e o ferro, reduzem ou neutralizam os efeitos tóxicos desses elementos sobre as plantas. Ao atuarem nas propriedades físicas atuam positivamente no complexo sortivo do solo resultando em menor perda dos fertilizantes da camada arável para as camadas mais profunda (Rossi, 2004). Com isso, colocam à disposição da planta maiores quantidades de nutrientes que resultam em maiores desenvolvimento e produção de grãos. A finalidade desta pesquisa foi verificar o efeito da Terra Natural de Ipirá no complexo sortivo do solo de cerrado anteriormente cultivado com arroz.

<sup>1</sup> Trabalho realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

<sup>2</sup> Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

<sup>3</sup> Engº Agº Autônomo, especializado em Georreferência

<sup>4</sup> Prof. do CEFET Urutaí-GO

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os resultados foram obtidos em Santo Antônio de Goiás em um Latossolo Vermelho distr fíco, fase cerrado pobre em matéria orgânica, ácido, pobre em f sforo, cálcio, magnésio, manganês e zinco.

Foram estudados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1 = testemunha, não recebeu nenhum tipo de correção do solo ou adubação.

Tratamento 2 = adubação do produtor ou seja 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.

Tratamento 3 = aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como fertilizantes.

Tratamento 4 = aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como corretivo + 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O para verificação do efeito corretivo da Terra Natural de Ipirá.

Tratamento 5 = parcela corrigida com calcário dolomítico combinado 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como corretivo + 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O para verificação do efeito corretivo da Terra Natural de Ipirá. O efeito deste tratamento serve para comparar se os tratamentos com a Terra de Ipirá servem como corretivo do solo, uma vez que o solo recebeu também calagem.

Tratamento 6 = aplicação de 1.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificar o seu efeito como fertilizante.

Tratamento 7 = aplicação de 3.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificar o efeito de doses crescentes como fertilizante.

Tratamento 8 = aplicação de 9.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá com dose crescente de fertilizante.

Tratamento 9 = aplicação de 27.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá como dose crescente de fertilizante.

O arroz foi cultivado como cultura irrigada sob pivô central. Foram observados o parâmetros de produção e as características do solo antes e depois do ensaio colhido.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Como condicional do solo, a Terra Natural de Ipirá foi capaz de elevar a soma de bases (S) e saturação de bases (Valor V) reduzir a soma de H + Al e a capacidade de troca de cátions do solo (CTC ou T).

Observou -se maiores concentrações de hidrogênio e alumínio (H + Al) nas parcelas que não receberam fertilizantes (Tratamento 1 da Figura 1) e onde se aplicou doses mais baixas de Terra Natural de Ipirá. Esse resultado é importante porque esse parâmetro constitui um indicador do aumento da acidez do solo. O alumínio, que entra nos complexos de troca e de saturação, embora não seja o responsável diretamente pela acidez, está presente nos ambientes ácidos dos solos tropicais. Em situações de acidez elevada, esse elemento surge na solução do solo na forma trocável. Dependendo da sua concentração, desenvolvimento raquítico da planta com redução da altura e do sistema radicular. A plantas geralmente apresentam deficientes em vários nutrientes como em f sforo, cálcio, magnésio, boro e molibdênio principalmente. O Al é aceitável ou tolerável até 0,3 cmol/100cm<sup>3</sup> no solo cultivado. O alumínio trocável é encontrado em maiores concentrações no solo em pH abaixo de 5,5. Por outro lado, em pH entre 5,7 e 6,8, a maioria dos nutrientes não fica disponível para as plantas não apresentando nenhum efeito no complexo sortivo do solo. Pesquisas preliminares com a Terra Natural de Ipirá tem mostrado que nas parcelas com teores mais elevados de cálcio e magnésio tem-se verificado valores de pH entre 6,0 e 6,8 (Oliveira et al., 2006).

A maior soma de bases S (Ca + Mg + K), Figura 2, foi observada nas parcelas onde se aplicou o Tratamento 7 (3.000 kg/ha), Tratamento 8 (9.000 kg/ha) e Tratamento 9 (27.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá). Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que a Terra Natural de Ipirá apresenta cálcio, magnésio e potássio na sua composição suficiente para nutrir a cultura de arroz e ainda deixar algum resíduo no solo.

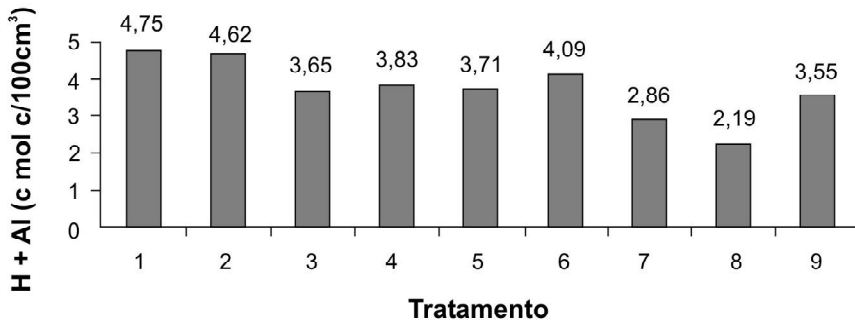


Fig. 1. Concentrações de elementos acidificadores (H + Al) do solo.

Os maiores valores de saturação de base foram observados onde foram aplicadas as maiores quantidades de Terra de Iporá (Figura 2) como nos Tratamentos 7, 8 e 9.

Comparando os valores da capacidade de troca, observou-se um aumento da saturação de base devido a Terra Natural de Iporá ser fonte de cálcio, magnésio e potássio. A sua aplicação no solo resulta na melhoria da fertilidade do solo o que pode ser confirmado através do aumento da saturação de base (Figura 2).

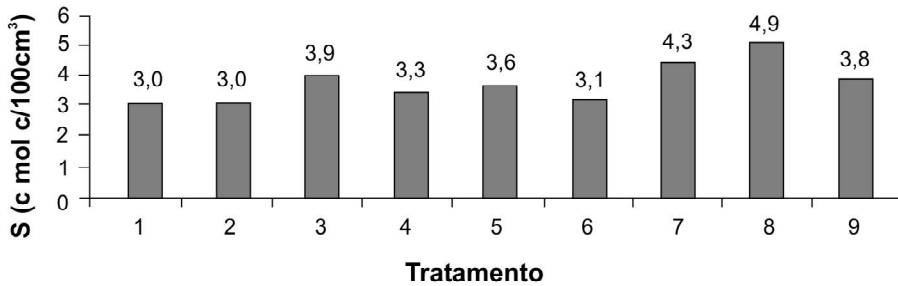


Fig. 2. Soma de bases (S) em parcelas tratadas com diferentes de fertilizantes.

Os maiores valores de T ou CTC foram observados nos tratamentos que receberam baixas doses de fertilizante comercial (Figura 3). Esses resultados podem ser atribuídos às reduções dos valores de H + Al (Figura 1) ao aplicar doses crescentes da Terra Natural de Ipirá.

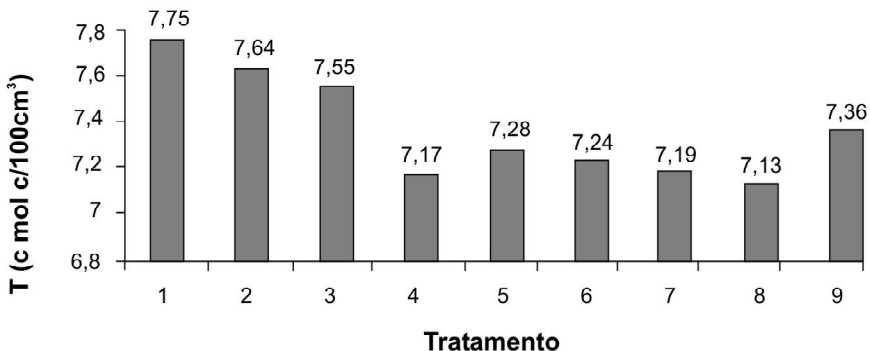


Fig. 3. Variação na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo nas parcelas que receberam diferentes tipos de fertilizantes.

As rochas que dão origem aos solos do cerrado são antigas, com idades que variam de 570 milhões a 4,7 bilhões de anos. Cerca de 46 % de seus solos são profundos, bem drenados e possuem inclinações leves, comumente menores que 3 %. Na sua maioria, eles são ricos em argila e óxidos de ferro (uma mistura de argila com minerais), que lhes dão a cor avermelhada característica. Aproximadamente 90 % dos solos são distróficos, ou seja, são ácidos, de baixa fertilidade (baixa concentração de matéria orgânica, e nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio), e alta concentração de ferro e alumínio (Oliveira et al., 2006). O uso da Terra Natural de Ipirá é justificada pela sua eficiência no complexo sortivo do solo.

A baixa fertilidade no cerrado é ainda agravada pelas chuvas fortes e concentradas, que carregam as bases trocáveis para as maiores profundidades do solo, aumentando a deficiência dos nutrientes na superfície cultivável. O aumento do CTC (Figura 3) é importante para manter os cátions trocáveis disponíveis às plantas.

A alta concentração de alumínio nos solos, por sua vez, pode inibir a absorção de nutrientes pelas raízes, ou mesmo causar toxicidade às plantas. No cerrado, o alumínio combina com o fósforo, formando o fosfato de alumínio que se precipita, impedindo a absorção dos fosfatos pelas raízes das plantas. Isto contribui para a redução da concentração de fósforo disponível (Oliveira et al., 2006). No entanto, sabe-se que algumas árvores nativas do cerrado são capazes de acumular alumínio nas folhas em quantidades consideradas tóxicas para a maioria das plantas cultivadas.

A saturação de bases (V%) (Figura 4) foi influenciada pelos tratamentos utilizados. Os maiores valores foram observados nas áreas que receberam Terra Natural de Ipirá (Tratamentos 3, 7, 8 e 9). Esses resultados levam a concluir que este produto funciona como condicionador reduzindo a quantidade de adubo mineral aplicado.

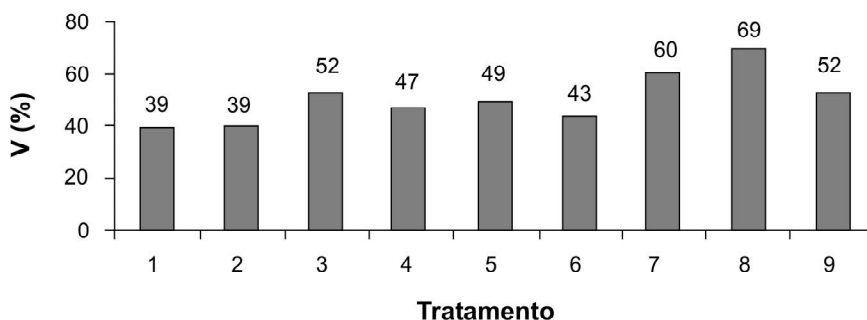


Fig. 4. Saturação de base (V) do solo nas parcelas sob diferentes tratamentos de fertilizantes.

**CONCLUSÃO:** A Terra Natural de Iporá afeta positivamente o complexo sortivo do solo. Controla as concentrações de Al + H. A soma de cátions aumenta com a sua aplicação. A capacidade de troca diminui pela redução dos teores de Al + H enquanto que a saturação de bases é aumentada. Pelos efeitos desta rocha no complexo sortivo do solo, pode-se concluir que a Terra Natural de Iporá apresenta propriedades de condicionador do solo.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANÔNIMO. **Bentonita**. <<http://enq.ufsc.br/labs/simpro/ensino/eqa5312/trabalhos/2001.1/2001.1equipe04/bentonita.htm>>. Acesso em 05/11/2004.

GOPINATH, T.R.; CRUZ, V.C.A.; FREIRE, J.A. Estudo comparativo da composição química e as variedades de argilas bentoníticas da região de Boa Vista, Paraíba. **Revista de Geologia**, vol. 16, nº 1, 35-48, 2003.

OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SANTOS, R.S.M., NEVES, B.P. **Uso da terra natural de Ipirá como fertilizante natural na produção de arroz**. RENAPA. 2006. p. i.

ROSSI, M.A.P. **Argilas**. Disponível em <[www.portorossi.art.br/](http://www.portorossi.art.br/)>. Acesso 07/08/2004.

## **EFEITO DO ÁCIDO ACÉTICO SOBRE OS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS RADICULARES DE PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE CÁLCIO E SOLUÇÃO NUTRITIVA**

SCHMIDT<sup>1</sup>, F., FORTES<sup>2</sup>, M. A., SOUSA<sup>3</sup>, R.O.

**INTRODUÇÃO:** A absorção de ácidos orgânicos monocarboxílicos, como o ácido acético altera a composição de ácidos orgânicos das membranas das células das raízes, pela diminuição da proporção de ácidos poliinsaturados (Marschner, 1995). Esta alteração causa injúria as membranas, fazendo com que aumente a perda de solutos pela raiz. Muitos processos fisiológicos das plantas incluindo a aeração interna, o transporte vascular, a fotossíntese, a respiração e a integridade da membrana celular são afetados pela presença de ácido acético (Armstrong & Armstrong, 2001). No entanto, o dano causado a membrana celular talvez possa ser minimizado pelo cálcio, visto que este encontra-se, em sua maior parte, presente nas paredes e membranas celulares atuando como importante fator na permeabilidade a solutos. A maior parte das funções do cálcio ocorre como componente estrutural de macromoléculas, e está relacionada com a capacidade de coordenação, que estabelece ligações intermoleculares estáveis na parede celular e na membrana plasmática (Marschner, 1995). A função do cálcio na estabilidade da membrana e integridade da célula é refletido de várias maneiras. Em células deficientes em cálcio há um aumento na perda de solutos de baixo peso molecular. Isto também ocorre em plantas com deficiência severa por desintegração total da estrutura da membrana e a perda da compartimentalização celular (Legge et al. 1982 citado por Marschner, 1995). Com base em todas as funções que o cálcio apresenta na integridade das membranas, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de determinar o efeito de doses de cálcio sobre os parâmetros radiculares de plantas de arroz submetidos a toxidez por ácido acético.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em solução nutritiva, no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos da FAEM/UFPEL, em bancada de laboratório com fornecimento de luz artificial. Os tratamentos foram dispostos em um fatorial 3 x 2, em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, onde foram testados os seguintes fatores: concentração de cálcio (0,2; 1,0 e 5,0 mM) e ácido acético (Testemunha sem ácido e 2,5 mM de ácido acético). Sementes de arroz da variedade BRS 7 (TAIM) foram pré-germinadas e quando a radícula apresentou aproximadamente 2 cm de comprimento, foi realizada uma seleção das plântulas mais uniformes, que foram transferidas para vasos plásticos de 2 L de volume envoltos por folhas de alumínio para diminuir a luminosidade evitando

<sup>1</sup>Aluna da graduação, bolsista FAPERGS, Dep<sup>o</sup>de Solos FAEM/UFPEL, Caixa postal 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. Email: [fabianaschmidt@yahoo.com.br](mailto:fabianaschmidt@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Aluna de Pós-graduação, Bolsista CAPES, FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.

<sup>3</sup>Prof. Dr. em Ciência do Solo, Dep<sup>o</sup>de Solos FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.



assim a proliferação de algas. Foram cultivadas três plantas por vaso por um período de 21 dias em solução nutritiva completa que foi renovada a cada 7 dias. Após este período, a solução nutritiva foi trocada, aplicando-se a essas doses de cálcio que permitisse a concentração final de 0,2; 1,0 e 5,0 mM e uma quantidade de ácido acético que permitisse a concentração final de 2,5 mM. O pH da solução nutritiva foi ajustado diariamente ao valor de 4,7, pela adição de HCl 0,5 M ou NaOH 0,5 M. A solução nutritiva foi trocada semanalmente. As plantas foram colhidas após um período de 15 dias sob efeito dos tratamentos. Foram avaliados nas plantas de arroz os parâmetros morfológicos (comprimento total, raio e área) do sistema radicular segundo Tennant (1975), o peso de matéria seca do sistema radicular que foi feito em balança de precisão após secagem em estufa a 60 °C e crescimento da raiz principal, realizado através da medição com régua milimetrada aos 21 dias do início do experimento e na coleta do mesmo, obtendo-se assim a diferença de crescimento após a aplicação do ácido acético na solução nutritiva. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e Teste de Duncan a 5 % de probabilidade utilizando o programa estatístico Winstat (Machado, 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve diminuição no comprimento total, área, raio, no peso de matéria seca radicular e no crescimento da raiz principal na presença do ácido acético, porém não houve efeito significativo das diferentes doses de cálcio na ausência e na presença do ácido acético (Tabela 1). Na Figura 1 é apresentada uma foto das plantas no momento da coleta. O comprimento da raiz foi reduzido para valores próximos à 50 % na presença de ácido acético, o que está de acordo com os resultados obtidos por Sousa & Bortolon (2002) que estabeleceram a dose de 2,5 mM de ácido acético como nível crítico de toxicidade que causa 50 % de redução do crescimento da raiz. Armstrong & Armstrong (2001) analisaram os efeitos fisiológicos relacionados à toxicidade pelos ácidos orgânicos em arroz e verificaram que eles causam degradação da divisão celular do sistema radicular que está diretamente em contato com os ácidos, assim provavelmente essa seja a razão principal para o menor crescimento radicular. A hipótese inicial do trabalho, de que o cálcio poderia diminuir os efeitos tóxicos dos ácidos orgânicos não foi confirmada. Mesmo o cálcio apresentando um papel importante na estabilização das membranas e parede celular, uma maior nutrição pelo elemento não se refletiu em uma maior tolerância das plantas de arroz ao ácido acético.

**Tabela 1.** Valores médios do comprimento total, área, raio, peso de matéria seca e crescimento da raiz principal do sistema radicular das plantas de arroz da cultivar BRS 7 sob efeito do ácido acético em diferentes doses de cálcio na solução nutritiva.

Concentração de Ácido Acético (mM)	Doses de cálcio (mM)		
	0,2	1,0	5,0
	Comprimento total (cm)		
0,0	439,5 aA	521,9 aA	531,7 aA
2,5	256,0 aB	282,0 aB	266,2 aB
	Área (cm <sup>2</sup> )		
0,0	1256 aA	1388 aA	1373 aA
2,5	549 aB	586 aB	511 aB
	Raio (cm)		
0,0	0,455 aA	0,427 aA	0,418 aA
2,5	0,337 aB	0,323 aB	0,319 aB
	Peso da matéria seca (g)		
0,0	0,099 aA	0,094 aA	0,104 aA
2,5	0,054 aB	0,049 aB	0,047 aB
	Comp. Raiz principal (cm)		
0,0	10,7aA	11,0 aA	10,5 aA
2,5	0,6 aB	0,6 aB	0,6 aB

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas em relação a cada indicador diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

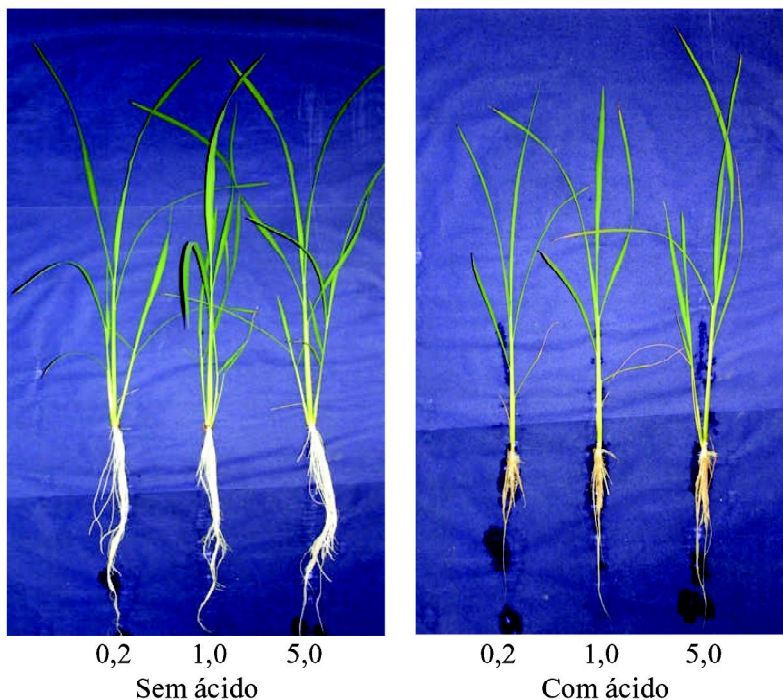


Fig. 1. Plantas de arroz crescidas em solução nutritiva completa sob três doses de cálcio (mM) na ausência e na presença de ácido acético.

**CONCLUSÃO:** O aumento das doses de cálcio na solução nutritiva não foram suficientes para minimizar o efeito tóxico do ácido acético sobre o comprimento total, área, raio, peso da matéria seca e crescimento da raiz principal em plantas de arroz.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, J. & ARMSTRONG, W. Rice and *Phragmites*: effects of organic acids on growth, root permeability, and radial oxygen loss to the rhizosphere. **American Journal of Botany**, v.88 (8), p.1359-1370, 2001.

MACHADO, A. **Sistema de análise estatístico para o Windows (WINSTAT)**. Universidade Federal de Pelotas, 2001. Pelotas.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. 1995. 889p.

SOUSA, R.O.; BORTOLON, L. Crescimento radicular e da parte aérea do arroz (*Oryza sativa* L.) e adsorção de nutrientes, em solução nutritiva com diferentes concentrações de ácido acético. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.3, p. 231-235, 2002.

TENNANT, A. A Test of Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length. **J. Appl. Ecol.**, London, v.63, n.6, p.995-1001, 1975.

## PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO VIA PIVÔ CENTRAL, DE 2001 A 2005 EM URUGUAIANA, RS

TOESCHER<sup>1</sup>, C.F., KÖPP<sup>1</sup>, L.M., ANCINELO<sup>2</sup>, A.G., COLETTTO<sup>2</sup>, L.S.

<sup>1</sup> Professor Assistente da FZVA/PUCRS, Caixa Postal 249, CEP 97500-970, Uruguaiiana, RS. Fone (55)3413. 6464, FAX (55) 3414.0148 toescher@pucrs.br

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da FZVA/PUCRS, Campus Uruguaiiana, Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/PUCRS.

**INTRODUÇÃO:** O arroz é a principal cultura do município de Uruguaiana, e tem se mantido nesta situação, muito mais pelos fatores de clima e solo, do que da vontade ou oportunidade dos produtores. A diversificação da produção, sempre foi, reconhecidamente, um fator de estabilidade e segurança da exploração agrícola. Nas condições de Uruguaiana isto não acontece. A opção de irrigar o arroz via pivô central pode ser adequada para áreas específicas da região, onde a inundação torna-se de alto custo. Nestes casos, além de propiciar economia de água e energia (Toescher et al, 1997), a irrigação por pivô central viabiliza o plantio direto, e principalmente a rotação de culturas de verão, o que é fundamental para a exploração do arroz em condições aeróbicas. Atualmente devido ao déficit hídrico não é possível efetivar a rotação de culturas, pois somente o arroz se adapta ao sistema de irrigação por inundação, amplamente utilizado na região. Diante do exposto, o presente trabalho, teve como objetivo, avaliar a produtividade da cultura do arroz quando irrigada via pivô central, em semeadura direta, na região de Uruguaiana - RS, buscando definir os melhores tipos de cultivares para viabilizar a inclusão do arroz dentro de um sistema de rotação de culturas.

**MATERIAS E MÉTODOS :** Durante 4 anos foram conduzidos experimentos em área irrigada por pivô central no Campus da PUCRS na cidade de Uruguaiana, RS, em solo classificado como Neossolo Litólico Eutrófico Típico. Em todos os anos foram usadas cultivares desenvolvidas para terras altas e cultivares desenvolvidas para irrigação por inundação. As semeaduras foram realizadas no dia 18/11/2000, 22/11/2001, 06/11/2002 e 13/11/2004, sempre na densidade de 150 kg.ha<sup>-1</sup> para as convencionais e 60 kg.ha<sup>-1</sup> para os híbridos. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, e as parcelas com 9 linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m por 5 m de comprimento. A adubação foi conforme a análise do solo, feita a cada ano, para cada um dos quadrantes irrigados pelo pivô, dentro do esquema de rotação adotado, variando de 300 kg.ha<sup>-1</sup> a 400 kg.ha<sup>-1</sup> de 5-20-20 mais 14 kg.ha<sup>-1</sup> de N para completar 30 kg.ha<sup>-1</sup> na base. A adubação de cobertura para as cultivares comuns foi em duas doses de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N no perfilhamento e na DPF. Para os híbridos, a primeira aplicação foi de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N no perfilhamento e a segunda de 40 kg.ha<sup>-1</sup> na floração. Em cada ano foram dois tratamentos com herbicidas, sendo usado 0,8 l.ha<sup>-1</sup> de Clomazone, 7 l.ha<sup>-1</sup> de propanil e 0,8 l.ha<sup>-1</sup> de leo mineral como primeira aplicação, e uma segunda com Bispyribac-sodium. No segundo e quarto ano foram feitas aplicações com inseticida para o controle de lagartas. A avaliação da produtividade foi feita colhendo-se a área útil de 2,72 m<sup>2</sup> em cada parcela.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na safra 2000/01 a produtividade média da cultura do arroz irrigado por inundação no RS foi de 5.480 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2001). Na Tabela 1 a cultivar mais produtiva foi a BRS 7 (Taíra), seguida pela BR-IRGA 410, ambas cultivares tradicionais da região de Uruguaiana, superando as cultivares Primavera e Canastra desenvolvidas para o Brasil Central. Na Tabela 1 apresentam-se também, os valores dos fatores de produção avaliados nas cultivares, onde se constata que o número de panículas.m<sup>-2</sup> foi o fator determinante da maior produtividade da BRS 7, resultado de um maior perfilhamento confirmado pelo maior número de colmos.m<sup>-2</sup>. Para o segundo ano (2001-2002), a produtividade média da cultura do arroz irrigado por inundação na região de Uruguaiana foi de 7.100 kg.ha<sup>-1</sup>. No experimento a melhor produtividade foi da cultivar IRGA 417 que apesar do menor número de panículas.m<sup>-2</sup> teve maior porcentagem de fertilidade de espiguetas. A cultivar Primavera apresentou o maior número de grãos por panícula, mas o menor número de panículas.m<sup>-2</sup>. Para o terceiro ano (2002-2003), a produtividade média das lavouras inundadas na região foi de 5.500 kg.ha<sup>-1</sup>. No experimento a mais produtiva foi a cultivar BRS 7 sendo o maior número de panículas.m<sup>-2</sup> o que mais contribuiu para o melhor desempenho desse cultivar. Para o quarto ano (2004-2005) o híbrido Avaxi apresentou o maior valor de produtividade não diferindo do Tiba e da cultivar IRGA 417. As cultivares híbridas apresentaram um maior número de panículas.m<sup>-2</sup>, apesar da menor densidade de semeadura (60 kg.ha<sup>-1</sup>), não diferindo das cultivares IRGA 417, IRGA 420, BRS 7, BR-IRGA 410 e BRS Atalanta, semeadas com 150 kg.ha<sup>-1</sup>. O número de panículas.m<sup>-2</sup> foi o fator que influenciou na maior produtividade assim como a fertilidade das espiguetas.

**Tabela 1.** Produtividade, e fatores de produção para as cultivares de arroz irrigadas por aspersão, via pivô central, em Uruguaiana-RS, 2000/2005.

<i>Cultivar</i>	<i>kg.ha<sup>-1</sup></i>	<i>Paniculas.m<sup>-2</sup></i>	<i>Grãos por panícula</i>	<i>% fertilidade espiguetas</i>	<i>Massa de mil grãos</i>
2000-2001					
BRS 7	8.570	603	90,5	85,0	28,0
BR-IRGA 410	8.250	496	92,4	85,5	29,2
Primavera	6.640	392	97,0	90,0	27,2
Canastra	6.140	376	101,6	85,7	31,8
2001-2002					
IRGA 417	8.705 a	666 c	73,5 b	82,2	23,5
IRGA 420	7.493 b	835 b	49,2 c	65,6	23,6
Primavera	6.753 bc	321 d	109,3 a	78,0	22,7
BRS 7	5.964 c	548 a	64,3 bc	69,6	21,8
2002-2003					
BRS 7	7.014 a	504 a	68,6 bc	82,0	22,9
BRS Pelota	6.331 ab	416 abcd	58,5 bc	78,8	25,4
BR-IRGA 410	5.664 abcd	379 bcd	65,4 bc	81,8	25,3
IRGA 417	5.022 bcd	416 abcd	52,9 c	86,3	24,7
Primavera	4.971 bcd	301 de	73,6 ab	86,4	25,8
IRGA 420	4.694 bcd	475 abc	49,7 c	72,8	22,8
Carisma	4.418 cd	230 c	95,0 a	86,6	21,9
BRS Bonança	4.401 d	347 cde	64,4 bc	90,1	23,6
2004-2005					
Avaxi	10.813 a	746 a	92 bcd	91,0	24,4
Tiba	8.634 ab	743 ab	90 bcd	75,0	23,5
IRGA 417	8.617 ab	605 abcdef	89 bcd	88,7	25,6
IRGA 420	7.479 bc	731 abc	62 d	83,9	26,9
Ecco	7.450 bc	611 abcdef	112 abc	70,5	24,7
BRS 7	7.433 bc	662 abcd	92 bcd	84,9	25,0
BRS Pelota	7.139 bcd	571 cdef	96 cde	81,9	26,5
Tuno	7.000 bcd	523 def	113 abc	76,3	21,6
BR-IRGA 410	6.823 bcd	587 abcdef	113 abc	73,0	24,9
BRS Talento	6.760 bcd	466 f	94 bcd	85,2	23,4
BRS Atalanta	6.548 bcd	636 abcde	110 abc	66,9	25,0
INIA-Tacuari	6.450 bcd	583 bcdef	142 a	56,7	21,6
Curinga	6.234 bcd	510 def	85 cd	91,7	25,7
Vencedora	5.705 cd	471 f	94 bcd	93,6	28,7
Primavera	5.357 d	459 f	114 abc	67,0	22,6
Firmeza	5.293 d	484 ef	134 ab	68,7	23,3

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5%, na vertical e dentro de cada ano.

**CONCLUSÕES:** Para as condições em que os experimentos foram realizados, as cultivares de arroz, tradicionalmente irrigadas por inundação, apresentam uma maior produtividade de grãos que as cultivares desenvolvidas para terras altas. As cultivares IRGA 417 e BRS 7 (Taím) e Avaxi são as mais produtivas. O sistema de irrigação via pivô central apresenta potencial para uso na cultura do arroz, na região de Uruguaiana.

**Agradecimentos:** Grupo Fockink, IRGA, Embrapa Arroz e Feijão, Associação dos Arrozeiros de Uruguaiana, GR Santini, Ceratti Sementes, RiceTec.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB (Comissão Nacional de Abastecimento-Brasil). Arroz: Comparativo de área, produção e produtividade - safras 1999/2000 e 2000/2001 Quadro 8. [http://www.conab.gov.br/politica\\_agricola/safra/avalia4](http://www.conab.gov.br/politica_agricola/safra/avalia4).

TOESCHER, C.F.; RIGHES, A. A. ; CARLESSO, R. Volume de água aplicada e produtividade do arroz sob diferentes métodos de irrigação, **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, RS, v.4 n.º 1, p. 75-79, jan./dez. 1997.

## LÂMINA DE ÁGUA APLICADA NO ARROZ, VIA PIVÔ CENTRAL, EM URUGUAIANA -RS

TOESCHER<sup>1</sup>, C.F., KÖPP<sup>1</sup>, L.M., ANCINELO<sup>2</sup>, A.G., COLETTO<sup>2</sup>, L.S.

**INTRODUÇÃO:** A cultura do arroz no município de Uruguaiiana ocupa mais de 65.000 ha por ano com lavouras irrigadas por inundação. Na safra deste ano, a irrigação é o item de maior índice, correspondendo a 11,37 % do custo total da lavoura. A busca por alternativas de reduzir esse custo inclui a utilização da irrigação por aspersão, na tentativa de reduzir a lâmina de água aplicada e melhorar a eficiência do uso da água. Nas condições de Uruguaiiana a opção de irrigar o arroz via pivô central pode ser adequada para áreas específicas da região, onde irrigar por inundação se tornou limitante. Nestes casos, além de propiciar economia de água e energia (Toescher et al, 1997), a irrigação por pivô central viabiliza o plantio direto, e principalmente a rotação de culturas de verão, o que é fundamental para a exploração do arroz em condições aeróbicas. Diante do exposto, o presente trabalho, teve como objetivo, estimar a lâmina e a eficiência do uso da água aplicada via aspersão na cultura do arroz, em semeadura direta, na região de Uruguaiiana - RS.

**MATERIAS E MÉTODOS :** Durante 4 anos foram conduzidos experimentos em área irrigada por pivô central no Campus da PUCRS na cidade de Uruguaiiana, RS, em solo classificado como Neossolo Litólico Eutrófico Típico. Em todos os anos foram usadas cultivares desenvolvidas para terras altas e cultivares desenvolvidas para irrigação por inundação. As semeaduras foram realizadas dentro do período ideal, sempre na densidade de 150 kg.ha<sup>-1</sup> para as convencionais e 60 kg.ha<sup>-1</sup> para os híbridos. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, e as parcelas com 9 linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m por 5 m de comprimento. A adubação seguiu a análise do solo, variando de 300 kg.ha<sup>-1</sup> a 400 kg.ha<sup>-1</sup> de 5-20-20 mais 14 kg.ha<sup>-1</sup> de N para completar 30 kg.ha<sup>-1</sup> na base. A adubação de cobertura foi em duas doses de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N no perfilhamento e na DPF. Para os híbridos, a primeira aplicação foi de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N no perfilhamento e a segunda de 40 kg.ha<sup>-1</sup> na floração. Em cada ano foram dois tratamentos com herbicidas, sendo usado 0,8 l.ha<sup>-1</sup> de Clomazone, 7 l.ha<sup>-1</sup> de propanil e 0,8 l.ha<sup>-1</sup> de óleo mineral como primeira aplicação, e uma segunda com Bispyribac-sodium. O controle da irrigação foi pelo método do balanço hídrico usando-se o tanque classe A para estimativa da evapotranspiração da cultura. A estimativa da lâmina foi pela regulagem do percentímetro e pela tabela elaborada no teste de uniformidade de aplicação da água pelo pivô central. A avaliação da produtividade foi feita colhendo-se a área útil de 2,72 m<sup>2</sup> em cada parcela.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A lâmina de água usada na inundação contínua, sempre foi estimada entre 1.000 a 1.500 mm, e mais recentemente Marcolin et al (2001) determinaram, para o arroz inundado e em plantio direto, uma lâmina média de 714,5 mm, para cinco anos de estudo. Em Uruguaiiana, no primeiro ano a lâmina de água aplicada via irrigação por aspersão foi de 275 mm, para uma precipitação no período de cerca de 100 mm acima da média histórica da região. Este valor ficou próximo dos 229,5 mm aplicados, via aspersão, por Toescher et al (1997), na cultura do arroz. No segundo ano a lâmina aplicada foi de 524 mm em 61 irrigações, e no terceiro ano foram 307 mm, o que correspondeu a uma redução de 41,5 % em relação ao ano anterior e a um acréscimo de 11,3 % ao do primeiro ano. No quarto ano a lâmina foi de 453 mm para uma precipitação de 214 mm, comprovando que nas condições de Uruguaiiana a lâmina pode variar, consideravelmente, conforme a distribuição da precipitação durante o ciclo da cultura. A lâmina média aplicada nos quatro anos, foi de 389,75 mm, o que significa, uma redução de 46 % na água necessária para a irrigação da cultura por inundação. Pode-se agregar a

<sup>1</sup> Professor Assistente da FZVA/PUCRS, Caixa Postal 249, CEP 97500-970, Uruguaiiana, RS. Fone (55)3413. 6464, FAX (55) 3414.0148 toescher@pucrs.br

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da FZVA/PUCRS, Campus Uruguaiiana, Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/PUCRS.

isto um menor consumo energético, em relação ao sistema inundado, pois apresenta redução no volume de água a ser recalcado, e também porque, apesar do sistema ser pressurizado, o equipamento utiliza aspersores de baixa pressão. Especificamente para o pivô utilizado, o consumo de energia foi de 2,56 kWh.mm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>. Quanto à eficiência do uso da água, Toeschler et al.(1997) obtiveram de 0,59 a 0,65 kg de arroz.m<sup>-3</sup> de água aplicada na inundação contínua, e de 0,57 a 0,69 para a aspersão convencional. Para a lâmina média aplicada por Marcolin et al (2001) no arroz inundado sob plantio direto, e uma produtividade máxima de 7.798 kg.ha<sup>-1</sup>, a eficiência variou de 0,70 a 1,1. Observando-se os resultados na Tabela 1, e desconsiderando o primeiro ano, quando as precipitações foram muito acima do normal, constata-se que os valores médios para a eficiência variaram de 1,3 a 1,7. Considerando-se o potencial produtivo das novas cultivares de arroz que ultrapassam os 10.000 kg.ha<sup>-1</sup>, até com valores maiores de lâmina de água na inundação, pode-se obter valores acima de 1,1 para a eficiência do uso da água. Portanto no uso da aspersão na cultura do arroz, conseguimos mais facilmente uma redução no volume de água aplicada do que propriamente um aumento na eficiência do seu uso.

**Tabela 1.** Produtividade, lâmina de água aplicada, e eficiência do uso da água, das cultivares de arroz irrigadas por aspersão, via pivô central, em Uruguaiana-RS, 2000/2005.

<i>Safra</i>	<i>Cultivar</i>	<i>kg.ha<sup>-1</sup></i>	<i>Lâmina aplicada (mm)</i>	<i>Eficiência (kg/m<sup>3</sup>)</i>	
2000/01	BRS 7	8.570	275	3,1	
	BR-IRGA 410	8.250		3,0	
	Primavera	6.640		2,4	
	Canastra	6.140		2,2	
	<b>Média</b>	<b>7.400</b>		<b>2,6</b>	
2001/02	IRGA 417	8.705 a	524	1,6	
	IRGA 420	7.493 b		1,4	
	Primavera	6.753bc		1,2	
	BRS 7	5.964 c		1,1	
	<b>Média</b>	<b>7.228</b>		<b>1,3</b>	
2002/03	BRS 7	7.014 a	1,7	2,2	
	BRS Pelota	6.331 ab		2,0	
	BR-IRGA 410	5.664 abcd		1,8	
	IRGA 417	5.022 bcd		1,6	
	Primavera	4.971 bcd		1,6	
	IRGA 420	4.694 bcd		1,5	
	Carisma	4.418 cd		1,4	
	BRS Bonança	4.401 d		1,4	
	<b>Média</b>	<b>5.314</b>		<b>307</b>	
2004/2005	Avaxi	10.813a	453	2,3	
	Tiba	8.634 ab			1,9
	IRGA 417	8.617 ab			1,9
	IRGA 420	7.479 bc			1,6
	Ecco	7.450 bc			1,6
	BRS 7	7.433 bc			1,6
	BRS Pelota	7.139 bcd			1,5
	Tuno	7.000 bcd			1,5
	BR-IRGA 410	6.823 bcd			1,5
	BRS Talento	6.760 bcd			1,4
	BRS Atalanta	6.548 bcd			1,4
	INIA-Tacuari	6.450 bcd			1,4
	Curinga	6.234 bcd			1,3
	Vencedora	5.705 cd			1,2
	Primavera	5.357 d			1,1
Firmeza	5.293 d	1,1			
<b>Média</b>	<b>7.108</b>	<b>1,5</b>			

**CONCLUSÕES:** Nas condições em que o experimento foi desenvolvido, a lâmina média de água aplicada, via pivô central, é de 389,75 mm, sendo 46 % menor que a utilizada na inundação. A eficiência no uso da água na irrigação do arroz, via pivô central em Uruguiana, varia de 1,3 a 2,6.

**Agradecimentos:** Grupo Fockink, IRGA, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Clima Temperado, Associação dos Arrozeiros de Uruguiana, GR Santini, *Ceratti Sementes, RiceTec*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB (Comissão Nacional de Abastecimento-Brasil). Arroz: Comparativo de área, produção e produtividade - safras 1999/2000 e 2000/2001 Quadro 8. [http://www.conab.gov.br/política agrícola/safra/avalia4](http://www.conab.gov.br/política_agrícola/safra/avalia4).

MARCOLIN, E.; MACEDO, V.R.M.; MENEZES, V.G.; OLIVEIRA, J.C.S. Rendimento de grãos e consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, II. 2001, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre:IRGA, 2001. 894p. p.241-243.

TOESCHER, C.F.; RIGHES, A .A .; CARLESSO, R. Volume de água aplicada e produtividade do arroz sob diferentes métodos de irrigação, *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*. Uruguiana, RS, v.4 n.º 1, p. 75-79, jan./dez. 1997.

## RESPOSTA DO ARROZ À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM LATOSSOLO AMARELO SOB PASTAGEM DEGRADADA DE PARAGOMINAS – PARÁ

CRAVO<sup>1</sup>, M. S., SMYTH<sup>2</sup>, T. J., SILVEIRA FILHO<sup>3</sup>, A.

**INTRODUÇÃO:** Durante os últimos anos, face aos excelentes resultados obtidos com a produção de grãos nos cerrados periféricos amazônicos e com o objetivo de usufruir do privilegiado sistema de transporte disponível, o Governo do Estado do Pará, a partir de 1994 lançou e vem incentivando programas que visam a produção de grãos (arroz, milho, soja, feijão e caupi) em áreas alteradas de florestas, nas regiões da rodovia Belém-Brasília e do Médio Amazonas (Santarém). Devido a isso, foram criados P los de produção, dentre eles o de Paragominas, localizado às margens da rodovia Belém-Brasília, formado pelos municípios em seu entorno. As áreas que compõem este P lo, em torno de 5,37 milhões de hectares, vinham sendo utilizadas, nos últimos 35 anos, para exploração madeireira, implantação de pastagens e criação de gado de corte (Andrade et al., 2003). A área de pastagem cultivada é estimada em 2 milhões de ha e já existem mais de 500 mil ha de pastagens degradadas passíveis de utilização para produção contínua de grãos ou na rotação lavoura – pastagem, sendo favorecido pelo relevo e pelas excelentes características físicas que os solos apresentam (Rodrigues et al., 2005). Esses solos, entretanto, apresentam sérias limitações químicas ao uso agrícola, devendo receber adubação adequada para serem introduzidos ao processo produtivo (El-Husny, et al.1998; Rodrigues et al., 2005). Após a divulgação dos primeiros resultados de pesquisas, o P lo de Paragominas tornou-se o segundo em crescimento de área plantada. No caso específico do arroz, a área plantada subiu de 6.000 ha em 1999 para 40.006 ha em 2004, porém com produtividade em torno de

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 –Belém –Pará. [cravo@expert.com.br](mailto:cravo@expert.com.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD em Solos e Nutrição de Plantas. North Carolina State University (USA). [Jot\\_smyth@ncsu.edu](mailto:Jot_smyth@ncsu.edu)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia – Manejo e práticas culturais (Plantas Daninhas), Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 – Belém – Pará. [austreli@cpatu.embrapa.br](mailto:austreli@cpatu.embrapa.br)

2.600 kg.ha<sup>-1</sup>, ainda baixa, se comparada com os mais de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup> que vêm sendo obtidos no p lo de Santarém (SAGRI, 2004). Essa baixa produtividade pode estar relacionada com a carência de informações sobre as limitações nutricionais que os solos apresentam para essa cultura, levando os produtores a usar uma mesma quantidade de formulações por ano, na maioria dos casos, sem realização de análise de solo.

Considerando-se as carências nutricionais que os solos da região apresentam e que o N é um dos elementos mais limitantes para a cultura do arroz de terras altas (Fageria, 1983), este trabalho teve como objetivo principal definir a curva de resposta do arroz ao Nitrogênio, para orientar a recomendação da dose de N a aplicar para seu cultivo na região de Paragominas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Em 2005 foi instalado um experimento em Paragominas em uma área utilizada por vários anos com pastagem e que encontrava-se recoberta por vegetação rasteira, característico de pastos degradados.

O solo é um Latossolo Amarelo muito argiloso (Rodrigues et al., 2005), cujas características iniciais (0 – 20cm) eram as seguintes: pH (H<sub>2</sub>O): 5,6; M.O: 21,4 g.kg<sup>-1</sup>; P: 3 mg.dm<sup>-3</sup>; K: 127 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca: 3,6 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,3 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> e Al: 0,1 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>. Inicialmente a área recebeu uma aplicação uniforme de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30 kg.ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12. Os tratamentos se constituíram de cinco doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha<sup>-1</sup>), distribuídas em blocos ao acaso com 4 repetições, no sistema de parcelas subdivididas onde, nas parcelas, foram testadas as doses de N e, nas subparcelas, duas variedades de arroz, BRS Aimoré e BRS Colosso. A fonte de N utilizada foi a uréia e as doses foram parceladas em duas aplicações, sendo 1/3 no plantio e 2/3, em cobertura aos 25 dias ap s o plantio. O espaçamento utilizado foi de 25 cm entre linhas, com 60 a 70 sementes por metro linear. As subparcelas tinham as dimensões de 2,5m x 8,0m e a colheita foi realizada somente nas 8 linhas centrais da área útil (1,875m x 6,0m). Foi realizada a amostragem de solo no período de floração média das plantas, retirando-se 10 amostras simples por parcela para formar uma amostra composta. As análises de solo foram feitas nos laborat rios da Embrapa em Belém, conforme procedimentos adotados por Embrapa (1997). As análises estatísticas foram realizadas seguindo-se os procedimentos do Statistical Analysis System (SAS Institute, 1988).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 são mostradas as produções de grãos das duas variedades testadas, em função das doses de N aplicadas. Observa-se que a resposta produtiva da cultivar BRS Aimoré foi mais acentuada do que da BRS Colosso, nas dose mais elevadas de N. A BRS Aimoré aumentou a produtividade de grãos, desde a primeira dose, em relação à testemunha. Houve diferença de produção, também, entre as doses mais elevadas e à dose mais baixa. Já a BRS Colosso s apresentou aumento significativo de produção, com as doses de N, em relação à testemunha. É importante observar (Tabela 1) que mesmo na ausência de N, as duas cultivares tiveram rendimento de grãos bastante elevados, para os padrões produtivos de arroz de terras altas. Os resultados de análise de solo da área experimental (Tabela 2) mostram teores de N total da ordem de 0,40%, sendo praticamente o dobro dos teores observados em área de floresta recém desmatada na região de Manaus (Cravo & Smyth, 1997), em solo com textura semelhante ao de Paragominas. Observa-se também (Tabela 2) elevados teores de matéria orgânica que podem ser, em parte, provenientes do sistema radicular e dos resíduos da pastagem degradada. Desta forma, os elevados teores de N total encontrados nesse solo, podem ser derivados da mineralização dessa matéria orgânica, favorecida pela correção da deficiência de P disponível, antes do plantio do arroz. A continuidade dos cultivos, na mesma área, mostrará até quanto tempo o solo terá capacidade de fornecer o N nativo, nessas quantidades elevadas. Utilizando-se a produtividade média de grãos das duas



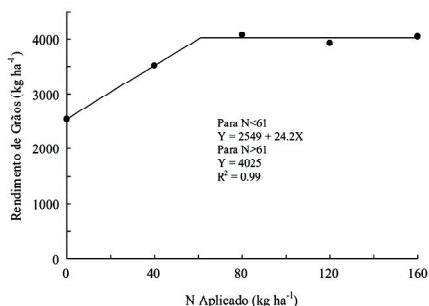
cultivares, em resposta ao N aplicado (Fig. 1) foi ajustada uma equação para definir a dose adequada para o cultivo de arroz, em áreas com solos semelhantes ao da área experimental. Neste trabalho, a dose de N definida como adequada para a produção de arroz na região de Paragominas foi de 61 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Fig. 1). Abaixo dessa dose, para cada kg de N aplicado há aumento de 24,2 kg de arroz. A dose de 61 kg.ha<sup>-1</sup> de N definida neste trabalho, assemelha-se ao valor sugerido por Fageria (1983) para cultivo de arroz na região de Goiás, como também está dentro da faixa recomendada para arroz de terras altas no Estado de Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).

**Tabela 1.** Produtividade de duas variedades de arroz em resposta ao N aplicado em Latossolo Amarelo muito argiloso, em área de pastagem de Paragominas – Pará.

N Aplicado	Rendimento de Grãos		Efeito Médio de N
	BRS Aimoré	BRS Colosso	
	kg.ha <sup>-1</sup>		
0	2.514	2.583	2.549
40	3.562	3.469	3.516
80	4.309	3.839	4.074
120	4.210	3.649	3.929
160	4.428	3.664	4.046
Média	3.805	3.440	
D.M.S 0,05			
N		683	
Variedade		288	
N x Variedade		NS	
CV (%)		11.8	

**Tabela 2.** Resultados de análise de solo da área experimental, no período de floração média do arroz. Paragominas – Pará.

N Aplicado	pH	Trocáveis				P Disponível	Sat. Al	Mat. Org.	N
		Ca	Mg	Al	K				
kg.ha <sup>-1</sup>	(H <sub>2</sub> O)	.....cmolc.dm <sup>-3</sup> .....				.....mg.dm <sup>-3</sup> .....		.....%	
0	6,1	4,30	1,30	0,15	118	15,5	3	4,33	0,39
40	5,7	3,57	1,03	0,20	73	15,0	4	4,18	3,90
80	5,7	3,58	0,95	0,20	65	13,3	4	4,24	0,40
120	5,6	3,58	1,03	0,25	69	13,5	5	4,52	0,40
160	5,6	3,33	1,00	0,25	57	9,3	5	4,11	0,39
DMS 0,05	0,3	NS	NS	NS	10	NS	NS	NS	NS
CV (%)	3,5	15,5	14,5	46,0	17,6	48,5	52,4	9,1	6,9



**Fig. 1.** Produtividade de grãos de duas cultivares de arroz, em função do N aplicado em Latossolo Amarelo sob pastagem de Paragominas – Pará.

**CONCLUSÕES:** Com base nos resultados deste trabalho chegou-se às seguintes conclusões: a) Houve resposta diferenciada das cultivares, em produção de grãos, com a BRS Aimoré sendo mais produtiva do que a BRS Colosso; b) O solo, apesar de se encontrar recoberto com pastagem degradada, apresentou teores de N total bastante elevados, favorecendo a produção de arroz; e, c) A dose definida, neste trabalho, como adequada para o cultivo do arroz na região foi de 61 kg.ha<sup>-1</sup> de N, para uma produtividade média de grãos em torno de 4.000 kg.ha<sup>-1</sup>.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. B.; SILVEIRA FILHO, A.; EL-HUSNY, J. C. Programa de pesquisa de grãos para o Estado do Pará. Proposta de projeto apresentada à Embrapa Amazônia Oriental para financiamento pela Secretaria de Estado de Agricultura do Pará, Belém, 2003. snt.

CRAVO, M. S. & SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. Rev. Bras. de Ci. do Solo, Viçosa, 2:607-616, 1997.

EL-HUSNY, J. C.; ANDRADE, E. B. de & MEYER, M. C. Avaliação de cultivares de soja em Paragominas – Pará. Belém, Embrapa Amazônia Oriental 1998. 4p. (Embrapa Amazônia Oriental. Pesquisa em Andamento, 196).

EMBRAPA. CNPSolos. Manual de métodos de análise de solo, 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos. 1).

FAGERIA, N.K. Manejo químico do solo. In: FAGERIA, N.K., YAMADA, T., MALAVOLTA, E (Eds.). Cultura do arroz de sequeiro: Fatores afetando a produtividade. Instituto da Potassa & Fosfato, Piracicaba – SP, 1983, pg 239- 260. RODRIGUES, T. E., SILVA, R. C., SILVA, J.M.L., SANTOS, P.L., VALENTE, M.A., OLIVEIRA Jr., R.C. Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – Pará, 2005. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos...), no prelo.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAZREZ V., V.H. Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes em minas gerais. 5ª. Aproximação. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa – MG, 1999. 359p.

SAGRI – Secretaria de Estado de Agricultura do Pará. Informações da produção agrícola do Estado, 2004.

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System. SAS/STAT user´s guide release: 6.03 edition. Cary, North Carolina, 1988, 1028p.

## EFEITO DO ALUMÍNIO NO SISTEMA RADICULAR DE CULTIVARES DE ARROZ CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

MARTINS<sup>(1)</sup>, P. O., SILVA<sup>(2)</sup>, L.M., COSTA<sup>(2)</sup>, N. V., CRUSCIOL<sup>(3)</sup>, C. A. C.

**INTRODUÇÃO:** O arroz, um dos alimentos básicos da população brasileira é em grande parte cultivado em solos ácidos, que apresentam elevados teores de alumínio. O alumínio é considerado o principal fator de toxicidade em solos ácidos, seus íons possuem efeito t

<sup>1</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Fac. de Ciências Agrônômicas (FCA), CP: 237, CEP: 18610-307, Botucatu, SP. Fone: (14) 38117161, e-mail: pomartins@fca.unesp.br

<sup>2</sup>Eng. Agr., Mestre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, UNESP/FCA – Botucatu, SP.

<sup>3</sup>Eng. Agr., Doutor, Professor Adjunto, UNESP/FCA - Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, SP, e-mail: crusciol@fca.unesp.br

xico para a grande maioria dos vegetais. Esta toxicidade pode induzir deficiência de cálcio ou redução no seu transporte. Raízes injuriadas por alumínio são caracteristicamente pequenas e quebradiças, sendo que os ápices radiculares e as raízes laterais tornam-se grossas e marrons. O sistema radicular como um todo, apresenta aparência atrofiada, com muitas raízes laterais pequenas e deficientes em radículas. O excesso de alumínio, ainda, interfere na absorção, no transporte e no uso de outros elementos essenciais, tais como o magnésio, o potássio, o molibdênio e o ferro. A toxidez de Al em arroz reduz a massa seca, o número e o comprimento de raízes. Na parte aérea têm sido descritas reduções na massa seca e na altura de plantas. A massa seca da parte aérea e de raízes é mais suscetível à toxidez de Al que a altura da planta ou o comprimento radicular. Embora o arroz seja considerado uma espécie com maior tolerância ao Al, existe entre as cultivares ampla variações genotípicas. Cultivares tolerantes de arroz apresentam, teores de P e Ca mais elevados do que as cultivares sensíveis, isto pode ser apenas resultado de maior crescimento e aprofundamento dos sistemas radiculares das cultivares tolerantes, que explora maior volume de solo, e não em razão de um aumento na eficiência de absorção e uso desses nutrientes. A seleção de gen tipos às condições adversas de solo é importante, pois possibilita produção de alimentos com menores custos tornando a atividade agrícola economicamente viável em solos de baixa fertilidade. Por outro lado, há relatos que em baixos níveis, esse elemento pode favorecer o crescimento das plantas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de cultivares de arroz de terras altas ao alumínio e as conseqüências no desenvolvimento radicular e na absorção de nutrientes.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em casa de vegetação em solução nutritiva, no Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Campus de Botucatu, SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial  $3 \times 4$ , constituído por três cultivares de arroz (BRS-Talento – Grupo Moderno, Primavera – Grupo Intermediário, e Caiap – Grupo Tradicional) e quatro níveis de alumínio (0; 10, 20 e 40 mg L<sup>-1</sup>). As sementes de arroz, foram tratadas com hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos e lavadas em água corrente destilada. A seguir, foram colocadas para pré-germinar em (saquinhos de algodão) até a radícula alcançar aproximadamente, 2mm. Posteriormente, as sementes pré-germinadas foram semeadas em bandejas plásticas contendo areia grossa lavada umedecida, onde permaneceram por 20 dias. Em seguida as plântulas foram repicadas para as bandejas contendo solução nutritiva de crescimento, pH 4,0, onde foram cultivadas por 10 dias. Após esse período iniciou-se os tratamentos com alumínio em vasos com capacidade de 16 litros. Em cada vaso, foram colocadas oito plantas, que foram selecionadas quanto a tamanho e aspecto. O pH foi monitorado a cada dois dias, sendo corrigido para 4,00 adicionando-se NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> sempre que necessário. As soluções nutritivas foram trocadas a cada 10 dias. Após permanecerem 43 dias em solução com alumínio, as plantas individuais de cada cultivar foram retiradas da solução nutritiva e seccionadas na altura do colo, sendo a parte aérea lavada e secada à 70°C. As raízes foram lavadas em água corrente sobre peneira com malha de 0,5 mm, sendo retirada, no sentido longitudinal, uma subamostra. O restante das raízes foi secado à 70°C. Foram determinadas as seguintes variáveis: comprimento, diâmetro e massa seca radicular, massa seca da parte aérea e a quantidade de P, K, Ca e Mg absorvidos por metro de raiz (relação: quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea pelo comprimento radicular). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5%. Quanto aos níveis de alumínio e o desdobramento das interações adotou-se análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Ocorreu interação entre os fatores para comprimento e diâmetro radicular, matéria seca da parte aérea e absorção de P e Ca (Figura 1). Para matéria seca da raiz houve efeito apenas dos níveis de Al (Figura 1) e para absorção de Mg e K houve de cultivares (Tabela 1) e dos níveis de Al (Figura 1). A BRS-Talento apresentou o maior comprimento e o menor diâmetro radicular em comparação com as demais cultivares no nível 0 mg L<sup>-1</sup> de Al. Quanto ao comprimento radicular as cultivares apresentaram resposta positiva e

quadrática aos níveis de alumínio, sendo constatado um certo estímulo ao crescimento radicular até a dose calculada de 9,5, 18,5 e 21 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para BRS-Talento, Caiapó e Primavera. Fica evidente que a cultivar do grupo moderno é mais sensível a presença de alumínio. Quanto ao diâmetro radicular, as cultivares Caiapó e Primavera apresentaram resposta negativa e quadrática aos níveis de alumínio até aproximadamente a doses de 20 mg L<sup>-1</sup>, a partir desse nível houve um engrossamento das raízes, provavelmente, como mecanismo de defesa dessas cultivares em relação a BRS-Talento.

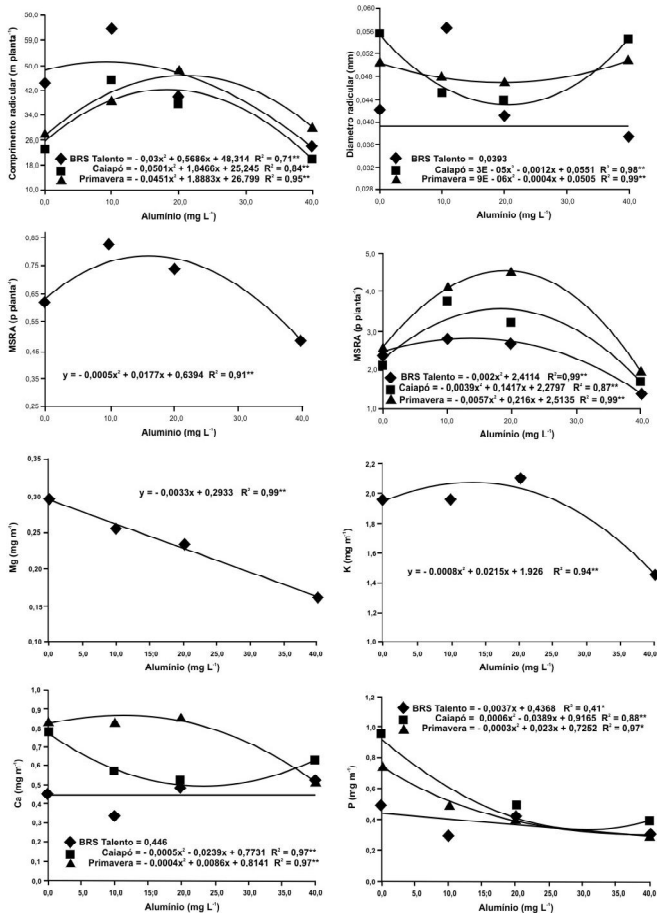


Fig. 1. Comprimento e diâmetro radicular, matéria seca da raiz e da parte aérea, quantidade de P, K, Ca, Mg absorvido por metro de raiz em função de níveis de alumínio.

Os níveis de Al não afetaram o diâmetro da cultivar BRS-Talento, que apresentou o menor valor em relação as demais cultivares. As cultivares de arroz não apresentaram diferenças significativas em relação à matéria seca do sistema radicular (Tabela 1).

Tabela 1. Massa de matéria seca da raiz e quantidade de K e Mg absorvidos por metro de raiz em função das doses de alumínio.

Cultivar	Raiz	K		Mg
	(g planta <sup>-1</sup> )	— mg m <sup>-1</sup> —		
BRS-Talento	0,63 a	1,4	b	0,1 b
Primavera	0,73 a	2,1	a	0,2 a
Caiapó	0,62 a	2,1	a	0,2 a

No entanto, na presença de Al houve incremento da matéria seca radicular até a dose de  $17,7 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo um reflexo dos resultados de comprimento radicular. Há relatos científicos de que a presença de alumínio em baixos níveis estimula o crescimento e desenvolvimento de algumas espécies, com destaque para o milho, beterraba e algumas leguminosas tropicais. Comportamento semelhante foi observado para matéria seca da parte aérea, ou seja, as cultivares apresentaram resposta positiva e quadrática aos níveis de alumínio, sendo que a Primavera destacou-se com a maior produção em relação as demais. No entanto, o estímulo ocorreu até a dose de 14, 17,5 e  $18 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, para BRS-Talento, Caiap e Primavera, refletindo os resultados constatados para comprimento radicular. Em função das variáveis morfológicas, de maneira geral a quantidade absorvida de nutrientes por metro de raiz foi reduzida nos maiores níveis de alumínio. Contudo, houve diferenças entre as cultivares. A quantidade absorvida de Mg por metro de raiz foi reduzida linearmente em função das doses de Al.

Entretanto, a quantidade de K absorvida teve um incremento até a dose de  $13,4 \text{ mg L}^{-1}$ , decrescendo acentuadamente a partir desse nível. A quantidade absorvida de Ca reduziu nas cultivares Primavera, a partir do nível  $10,8 \text{ mg L}^{-1}$ , e na Caiap já no menor nível. Na BRS-Talento os níveis de Al não afetaram a absorção de Ca. Como hipótese, esperava-se que essa cultivar fosse a mais afetada quanto a absorção, em razão dos resultados das características morfológicas. A BRS-Talento absorveu menos O P teve sua absorção reduzida nos três cultivares com diferentes intensidades, sendo mais expressiva na cultivar Caiap e menos na cultivar BRS-Talento.

**CONCLUSÃO:** Sob baixos níveis de alumínio as cultivares sofreram estímulo ao crescimento radicular e da parte aérea. E sobre níveis elevados desse elemento ocorreu um aumento do diâmetro radicular, diminuindo a absorção de nutrientes e como consequência observou-se redução no crescimento da planta.

## USO DO INIBIDOR DE UREASE NBPT NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

SCIVITTARO <sup>1</sup>, W.B., GOMES <sup>2</sup>, A.S., DE ROSSI <sup>3</sup>, F., NUNES,<sup>3</sup>D.R.

**INTRODUÇÃO:** Os fertilizantes amoniacais ou formadores de amônio são as fontes recomendadas de nitrogênio (N) para o arroz irrigado (Sosbai, 2005). Dentre esses, a uréia destaca-se pelo elevado conteúdo de N e menor custo por unidade do nutriente aplicada ao solo. No entanto, apresenta reação inicial alcalina no solo, tornando-a suscetível a perdas de N por volatilização de amônia. Na região Sul do Brasil, a nova recomendação de adubação nitrogenada para o arroz irrigado (SBCS-CQFS, 2004) estabelece, para o sistema de semeadura em solo seco, que a primeira cobertura com N anteceda a entrada de água na lavoura, em um período máximo de três dias, de forma a minimizar as perdas de amônia. Porém, variações no manejo da cultura e na operacionalidade da lavoura podem condicionar intervalos de tempo entre a aplicação do fertilizante nitrogenado e a entrada de água de até 10 dias. Nesse período, a uréia depositada na superfície do solo fica exposta a perdas, que podem se refletir em reduções na eficiência de utilização de N e na produtividade da cultura. Uma alternativa para essas situações consiste no tratamento prévio da uréia com um inibidor de urease, que atua por um período pré-determinado, minimizando a volatilização de amônia. Nesse sentido, encontra-se disponível no mercado nacional uma uréia tratada com

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 3275 8226. wbscivit@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

<sup>3</sup> Discente de Agronomia, FAEM-UFPEL, Pelotas, RS

NBPT [N-(n-butil) triamida tiofosf rica]. Este aditivo inibe a degradação enzimática da uréia por um período de até 14 dias, reduzindo as perdas de amônia (Agrotain, 2001), podendo representar uma opção interessante de manejo do nitrogênio para o arroz irrigado. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do uso do inibidor de urease NBPT na cultura de arroz irrigado, sob condições de umidade do solo e intervalos de tempo entre a aplicação do fertilizante nitrogenado e o alagamento do solo variáveis.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido na safra agrícola 2004/05, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Hidromorfo, apresentou, por ocasião da instalação do experimento,  $\text{pH}_{(\text{água})} = 5,6$ . Os tratamentos compreenderam as combinações de duas fontes de nitrogênio [uréia tratada ou não com o inibidor de urease NBPT (Agrotain®)], duas condições de umidade do solo [solo seco (umidade gravimétrica @ 16%) e solo saturado (umidade gravimétrica @ 24%)] e três intervalos de tempo entre a primeira cobertura com N e o alagamento do solo (1; 5 e 10 dias). Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. A entrada de água definitiva ocorreu simultaneamente para todos os tratamentos, por ocasião do início do perfilhamento das plantas (estádio de 4 a 5 folhas) (Counce et al., 2000). As diferenças nos períodos entre a aplicação do N e a submersão do solo foram obtidas por meio de variações nas épocas de adubação nitrogenada. A condição de solo saturado foi obtida mediante a irrigação das parcelas, por inundação intermitente, com antecedência de um dia das aplicações dos fertilizantes nitrogenados. Por ocasião das adubações nitrogenadas no início do perfilhamento, determinou-se a umidade gravimétrica do solo, coletando-se quatro subamostras, na profundidade de 0-10 cm, das parcelas relativas aos tratamentos com solo seco e saturado. A dose de nitrogênio ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi estabelecida de acordo com os resultados da análise de solo e as recomendações para a cultura, para uma expectativa de produtividade superior a  $9 \text{ t ha}^{-1}$  (Sociedade, 2004). Esta foi dividida em duas aplicações, no início do perfilhamento e na diferenciação da panícula (DP). Na primeira época, aplicaram-se  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em solo seco e na segunda,  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N sobre a lâmina de água. A semeadura do arroz, cultivar BRS 7 'Taim', foi realizada em 27/10/04, em sistema convencional de preparo do solo, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 17,5 cm e uma densidade de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes. Como adubação de semeadura, aplicaram-se a lãço e incorporaram-se  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , como superfosfato triplo, e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , como cloreto de potássio. Para complementar a dose prevista de potássio, aplicaram-se, na diferenciação da panícula,  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , como cloreto de potássio. Os demais tratamentos seguiram as indicações da pesquisa para o arroz irrigado (Sosbai, 2003). Por ocasião da maturação fisiológica, realizou-se a colheita do arroz, determinando-se a produtividade de grãos (13% de umidade), a produção de matéria seca e o teor de nitrogênio na parte aérea das plantas de arroz. Com base nesses dados, determinou-se a extração de N pelo arroz.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Efeito dos tratamentos sobre a produtividade de grãos do arroz foi verificado para os fatores fonte de N e intervalo de tempo entre a aplicação dos fertilizantes nitrogenados e a entrada de água na lavoura, bem como para a interação entre esses fatores. Não houve influência do fator umidade do solo e de suas interações com os demais fatores avaliados. Na aplicação de N realizada 10 dias antes da entrada de água, o tratamento da uréia com o inibidor de urease NBPT propiciou maior produtividade de grãos, relativamente à uréia comum. Esse efeito não se manifestou para os intervalos de 1 e 5 dias, onde o desempenho das duas fontes de N foi semelhante. Apenas a uréia sofreu a influência do intervalo de tempo entre a aplicação do fertilizante e a entrada de água na lavoura. As diferenças restringiram-se ao período de 10 dias, que proporcionou menor produtividade de grãos que os demais (Figura 1).

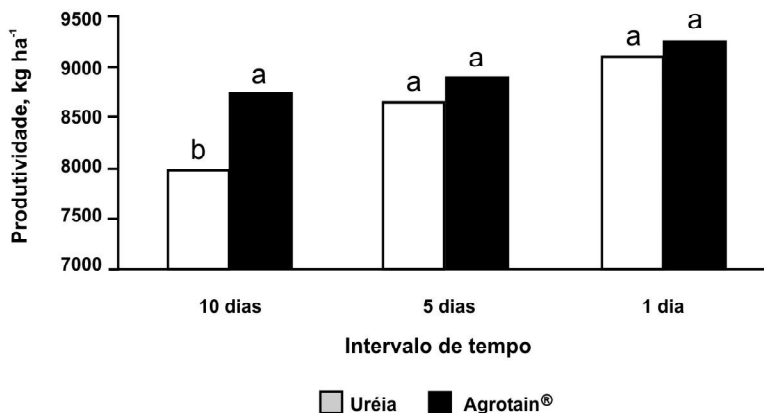


Fig. 1. Produtividade de grãos de arroz, em função da fonte de nitrogênio e do intervalo de tempo entre a adubação nitrogenada no perfilhamento e a entrada de água.

Acompanhando o efeito observado para a variável produtividade de grãos, a acumulação de N na parte aérea (colmos, folhas e grãos) das plantas de arroz foi influenciada pela interação entre a fonte de nitrogênio e o período de tempo entre a aplicação do fertilizante e a entrada de água na lavoura. Apenas quando a cobertura com N foi realizada 10 dias antes do alagamento do solo, o uso de Agrotain® resultou em maior utilização de N pelo arroz. Nos intervalos de tempo menores, o efeito de ambas as fontes de N foi semelhante. O efeito do período de tempo entre a aplicação de N e a entrada de água manifestou-se, exclusivamente, para a uréia. Para esta fonte, maior acumulação de N pelo arroz foi determinada para o período de 1 dia, seguida dos intervalos de 5 dias, com desempenho intermediário, e de 10 dias, com menor acumulação de N (Tabela 1). Estes resultados refletem o padrão temporal de volatilização de amônia da uréia tratada ou não com o inibidor de urease NBPT no sistema em estudo (Scivittaro et al., 2005).

Tabela 1. Nitrogênio acumulado na parte aérea das plantas de arroz, em função da fonte de nitrogênio e do intervalo de tempo entre a adubação nitrogenada no perfilhamento e a entrada de água.

Fonte de N	Intervalo de tempo		
	10 dias	5 dias	1 dia
	kg ha <sup>-1</sup>		
Uréia	132,0 <sup>b</sup> B	149,2 <sup>a</sup> AB	162,8 <sup>a</sup> A
Agrotain®	153,7 <sup>a</sup> A	158,6 <sup>a</sup> A	165,1 <sup>a</sup> A

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A despeito da aceleração da degradação enzimática da uréia decorrente do maior conteúdo de água do solo, quando da aplicação do fertilizante nitrogenado em solo saturado (Sankhayan & Shukla, 1976), não se verificou influência da condição de umidade do solo, por ocasião da primeira cobertura com nitrogênio, sobre a utilização do nutriente pelo arroz, indicando não ser este um fator preponderante na dinâmica do nitrogênio da uréia no sistema de cultivo de arroz irrigado em estudo.

**CONCLUSÃO:** O uso do inibidor de urease NBPT possibilita que a aplicação de uréia anteceda em mais de 5 dias a entrada de água na lavoura de arroz sem prejuízo para a produtividade e a utilização de nitrogênio pela cultura de arroz irrigado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROTAIN. *Agrotain: product information guidebook*. Saint Louis, 2001. 55 p.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, Madison, v.40, p. 436-443, 2000.

SANKHAYAN, S.D.; SHUKLA, V.C. Rates of urea hydrolysis in five soils of India. *Geoderma*, v.16, p.171-178, 1976.

SCIVITTARO, W.B.; GOMES, A.S.; LIMA, F.S. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia em cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. *Anais*. Santa Maria: Orium, 2005. p. 455-458.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí: SOSBAI, 2003. 126p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

## CRESCIMENTO RADICULAR E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ EM FUNÇÃO DA CALAGEM E DA FOSFATAGEM EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

SIPOS<sup>1</sup>, T. B., OLIVEIRA<sup>2</sup>, P., CRUSCIOL<sup>3</sup>, C. A. C.

**INTRODUÇÃO:** O arroz de sequeiro é a principal cultura cultivada na região dos cerrados brasileiros logo após a abertura de novas áreas. Isto é devido, principalmente, a sua fácil implantação e desenvolvimento em solos pobres em nutrientes, comparado a outras culturas, tais como o milho e a soja. A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Os solos de cerrado, por possuírem problemas de deficiência e/ou toxidez nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos, apresentam baixa produtividade em estado natural. Em diversas culturas tem sido demonstrado que o fósforo exerce grande influência sob crescimento radicular, no entanto, na cultura do arroz de terras altas os estudos são, praticamente, inexistentes. No arroz cultivado no ecossistema de várzea a literatura é abundante, porém, as cultivares apresentam sistema radicular mais superficial e denso, morfologicamente diferente das cultivares de arroz utilizados no ecossistema de terras altas. A eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas pode ser melhorada através da seleção de cultivares com maior superfície radicular, sendo que estudos sobre o comportamento de crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas sob diferentes condições de saturação por bases e de disponibilidade de fósforo são inexistentes no Brasil. Mesmo sendo o arroz considerado uma espécie adaptada às condições de acidez do solo, as cultivares também diferem a necessidade de calagem. Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros relacionados a raízes de duas cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de calcário e fósforo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas -UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. O solo utilizado foi proveniente da camada arável de um Latossolo Vermelho Distroférico, pH=3,8, Presina= 2 mg dm<sup>-3</sup>, K=0,2 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, Ca=5 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, Mg= 1 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, H+Al=52 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, CTC= 58 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>e V%= 10. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de terras altas (Caiap - grupo tradicional e Maravilha - grupo moderno), três doses de fósforo (10, 40 e 160 mg dm<sup>-3</sup>) e três doses de calcário (0 -

<sup>1</sup> Estudante de Graduação, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP (0xx14) 3811-7161, tbsipos@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Estudante de Graduação, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, UNESP/FCA, Botucatu, SP.



V% = 10, 1912 - V% = 40 e 3824 kg ha<sup>-1</sup> - V% = 70), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para a calagem utilizou-se calcário dolomítico, PRNT 93%, e após 30 dias de incubação, foram aplicados os tratamentos de fósforo (MAP 480 g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), juntamente com a adubação corretiva de 100 mg dm<sup>-3</sup> de N (50% na semeadura e 50% em cobertura no início do estádio de perfilhamento), 100 mg dm<sup>-3</sup> de K, 3 mg dm<sup>-3</sup> de B e 5 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, sendo misturados em 8 kg de terra. Foram conduzidas três plantas por vaso, e aos 58 dias após a emergência, quando as plantas se encontravam no estádio de diferenciação floral, foi realizada a colheita. As plantas foram seccionadas no colo, separando a parte aérea do sistema radicular. Foram determinadas as produções de matéria seca da parte aérea e das raízes, comprimento e diâmetro radicular. As médias foram comparadas pelo Teste DMS bem como os desdobramentos das interações significativas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve efeito de cultivares, de calagem e de doses de P para matéria seca da parte aérea (MSPA), de doses de P para comprimento, diâmetro e matéria seca radicular (MSRA) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Comprimento (CRA), diâmetro (DRA) e matéria seca radicular (MSRA) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem.

Tratamentos	CRA	DRA	MSRA	MSPA
Cultivares	m planta <sup>-1</sup>	cm	g planta <sup>-1</sup>	
Caiapó	66,9 a	0,130 a	5,9 a	4,1 b
Maravilha	69,0 a	0,145 a	6,8 a	5,1 a
Doses de Calcário (t ha <sup>-1</sup> )				
0	65,3 a	0,123 a	6,7 a	3,8 b
1,9	74,5 a	0,133 a	6,8 a	4,9 a
3,8	64,0 a	0,157 a	5,6 a	5,1 a
Doses de P (mg dm <sup>-3</sup> )				
10	33,6 c	0,104 b	2,2 c	1,9 c
40	72,9 b	0,138 ab	7,2 b	4,3 b
160	97,4 a	0,171 a	9,6 a	7,6 a

Letras iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Houve interação cultivares x calagem para diâmetro radicular e a relação MSRA/MSPA (Tabela 2), interação cultivares x doses de P para diâmetro radicular e a relação MSRA/MSPA (Tabela 2) e interação calagem x doses de P para comprimento e diâmetro radicular, e matéria seca da parte aérea (Tabela 3).

**Tabela 2.** Desdobramentos das interações significativas para diâmetro e relação matéria seca radicular/matéria seca da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem.

Tratamentos	Caiapó	Maravilha
Doses de Calcário (t ha <sup>-1</sup> )		
Diâmetro de Raiz (cm)		
0	0,095 bA	0,151 aA
1,9	0,123 abB	0,143 aA
3,8	0,173 aA	0,140 aA
Doses de Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )		
Diâmetro de Raiz (cm)		
10	0,120 aA	0,087 bA
40	0,123 aA	0,152 aA
160	0,148 aA	0,194 aA
Doses de Calcário		
Relação MS Raiz/Parte Aérea		
0	2,7 aA	1,3 aB
1,9	1,3 bA	1,7 aA
3,8	1,2 bA	1,4 aA
Doses de Fósforo		
Relação MS Raiz/Parte Aérea		
10	2,2 aA	1,6 aA
40	1,8 abA	1,6 aA
160	1,2 bA	1,2 aA

Letras minúsculas (coluna) e letras maiúsculas (linha) iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Desdobramentos das interações significativas para comprimento, diâmetro e matéria seca radicular e matéria seca da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem.

Tratamentos	Doses de Calcário (t ha <sup>-1</sup> )		
	0	1,9	3,8
Doses de Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	Comprimento de Raiz (m)		
10	24,1 cA	35,4 bA	41,2 cA
40	64,8 bB	89,9 aA	64,0 bB
160	107,0 aA	98,4 aA	86,7 aA
Doses de Fósforo	Matéria Seca de Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )		
10	0,6 cB	1,5 cB	3,5 bA
40	3,2 bB	5,2 bA	4,5 bAB
160	7,5 aA	8,0 aA	7,4 aA

Letras minúsculas (coluna) e letras maiúsculas (linha) iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Desdobrando a interação doses de P dentro de calagem (Tabela 3), constatou-se que o comprimento radicular, nas três doses de calcário, foi incrementado pela aplicação de P, porém nas doses de 1,9 t ha<sup>-1</sup> aplicação de 40 mg dm<sup>-3</sup> de P foi suficiente para atingir o máximo crescimento. Na maior dose de calcário houve resposta linear à aplicação de P, demonstrando que com maior disponibilidade de Ca e Mg para formação de parede celular, a aplicação da máxima dose de P não foi suficiente para estabilizar o crescimento radicular. Com relação ao desdobramento de calagem dentro de P, verifica-se que houve resposta significativa apenas para 40 mg dm<sup>-3</sup>, sendo que o maior valor atingido foi com a aplicação de 1,9 t ha<sup>-1</sup> de calcário. O aumento das doses de calcário sem aplicação de P não alterou o crescimento radicular, devido, provavelmente, ao teor original de P, considerado muito baixo. A calagem proporcionou aumento do diâmetro radicular somente na cultivar Caiap, enquanto a fosfatagem apenas na cultivar Maravilha (Tabela 2), demonstrando ser a Caiap mais tolerante a baixa disponibilidade de P.

Com relação à matéria seca radicular, a aplicação de P proporcionou incremento até a dose de 160 mg dm<sup>-3</sup> (Tabela 1). Esse resultado é decorrente do aumento do comprimento e diâmetro radicular. Quanto à produção de matéria seca da parte aérea, o cultivar Maravilha apresentou maior acúmulo em relação ao Caiap. Desdobrando a interação calagem x fosfatagem, constata-se efeito expressivo da calagem apenas nas menores doses de P (0 e 40 mg dm<sup>-3</sup>), provavelmente, em razão do aumento da disponibilidade do elemento, pois na maior dose, o fator fixação passa a não ser limitante, ou seja, a quantidade de P fornecido é elevada e suficiente para satisfazer os drenos sítios de fixação e absorção pela planta. A relação MSRA/MSPA na cultivar Caiap foi reduzida pela aplicação de P e pela calagem, demonstrando que sob condições adversas essa cultivar prioriza o crescimento radicular em detrimento da parte aérea, podendo ser um mecanismo de adaptação.

**CONCLUSÕES:** Sob baixa disponibilidade de cálcio, magnésio e f sforo, a cultivar Caiap prioriza o crescimento radicular em detrimento do crescimento da parte aérea. A adubação fosfatada é necessária para que ocorra um bom crescimento radicular e, conseqüentemente, da parte aérea. Embora raízes finas e longas tenham geometria favorável à absorção de P, sob baixa disponibilidade do elemento, esse ajuste não é suficiente para manter um mesmo crescimento radicular e, principalmente da parte aérea. As cultivares de arroz de terras altas têm seu crescimento limitado mais intensamente pela deficiência de P do que pela acidez do solo.

## DESENVOLVIMENTO DA PARTE AÉREA E TEORES DE N, P, K EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DA CALAGEM E DA FOSFATAGEM

OLIVEIRA <sup>1</sup>, P., SIPOS <sup>2</sup>, T. B., CRUSCIOL <sup>3</sup>, C. A. C.

<sup>1</sup> Estudante de Graduação, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, (0xx14) 3811-7161, poliveira@fca.unesp.br

<sup>2</sup> Estudante de Graduação, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, UNESP/FCA, Botucatu, SP.

**INTRODUÇÃO:** Na região dos cerrados brasileiros, a deficiência nutricional é um dos fatores mais limitantes à produção agrícola. Esses solos possuem teores extremamente baixos de nitrogênio, f sforo, potássio e cálcio. Além de pouco férteis, os solos de cerrado são extremamente ácidos, o que diminui a disponibilidade de nutrientes para as culturas. Entre os nutrientes essenciais, o nitrogênio, o f sforo e o potássio são os que a planta necessita em maior quantidade. Para a incorporação dos solos de cerrado ao processo produtivo é indispensável o uso adequado de adubação fosfatada e calagem. Em cultivares de arroz de terras altas, as respostas à adubação fosfatada variam de cultivar para cultivar. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de matéria seca da parte aérea e os teores de N, P, K em dois cultivares de arroz de terras altas submetidos a diferentes doses de calcário e f sforo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas -UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. O solo utilizado foi proveniente da camada arável de um Latossolo Vermelho Distroférrico, pH = 3,8, Presina = 2 mg dm<sup>-3</sup>, K = 0,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca = 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, H + Al = 52 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC = 58 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 10. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de terras altas (Caiap - grupo tradicional e Maravilha - grupo moderno), três doses de f sforo (10, 40 e 160 mg dm<sup>-3</sup>) e três doses de calcário (0 - V% = 10, 1912 - V% = 40 e 3824 kg ha<sup>-1</sup> - V% = 70), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para a calagem utilizou-se calcário dolomítico, PRNT 93%, e ap s 30 dias de incubação, foram aplicados os tratamentos de f sforo (MAP 480 g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), juntamente com a adubação corretiva de 100 mg dm<sup>-3</sup> de N (50% na semeadura e 50% em cobertura no início do estádio de perfilhamento), 100 mg dm<sup>-3</sup> de K, 3 mg dm<sup>-3</sup> de B e 5 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, sendo misturados em 8 kg de terra. Foram conduzidas três plantas por vaso, e aos 58 dias ap s a emergência, quando as plantas se encontravam no estádio de diferenciação floral, foi realizada a colheita. As plantas foram seccionadas no colo, separando a parte aérea do sistema radicular. Foram determinados o número e matéria seca de colmos, matéria seca de folhas e da parte aérea e os teores de N, P e K. As médias foram comparadas pelo Teste DMS bem como os desdobramentos das interações significativas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A cultivar Maravilha apresentou maior número de colmos em relação à Caiap em todas as doses de calcário, provavelmente por ser do grupo moderno. O perfilhamento na Caiap foi incrementado até a dose de 3,8 t ha<sup>-1</sup> de calcário enquanto a Maravilha, até 1,9 t ha<sup>-1</sup>. Quanto à aplicação de f sforo, não houve diferença entre as cultivares na dose de 10 mg dm<sup>-3</sup>, no entanto a Maravilha apresentou maior número de colmos nas doses de 40 e 160 mg dm<sup>-3</sup>. Em ambas cultivares houve incremento no perfilhamento até a maior dose.

**Tabela 1.** Matéria seca de colmos e de parte aérea e teores de nitrogênio e fósforo de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem.

<i>Tratamentos</i>	<i>Matéria Seca de Colmos</i>	<i>Matéria Seca de Parte</i>	<i>Teores de Nitrogênio Aérea</i>	<i>Teores de Fósforo</i>
(g planta <sup>-1</sup> )				
Cultivares				
Caiapó	0,571 b	4,1 b	38,8 a	2,4 a
Maravilha	0,998 a	5,1 a	39,9 a	2,2 a
Doses de Calcário (t ha <sup>-1</sup> )				
0	0,779 a	3,8 b	39,3 a	2,4 a
1,9	0,776 a	4,9 a	38,9 a	2,4 a
3,8	0,788 a	5,1 a	39,9 a	2,2 a
Doses de P (mg dm <sup>-3</sup> )				
10	0,258 c	1,9 c	40,0 a	1,4 c
40	0,741 b	4,3 b	39,1 a	2,1 b
160	1,354 a	7,6 a	39,0 a	3,4 a

Letras iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Desdobrando a interação calagem X P, houve resposta linear à calagem nas doses de 10 e 160 mg dm<sup>-3</sup>, enquanto na dose de 40 mg dm<sup>-3</sup> o efeito foi até 1,9 t ha<sup>-1</sup>. Em todas as doses de calcário houve efeito linear da aplicação de fósforo, demonstrando ser esse elemento como o mais importante juntamente com o nitrogênio para o perfilhamento da cultura do arroz. Os resultados da matéria seca de colmos praticamente foi um reflexo dos resultados constatados para número de colmos, ou seja, a cultivar Maravilha apresentou maior perfilhamento em relação à Caiapó e ambas as cultivares responderam linearmente às doses de P. Não foi verificado efeito da calagem na matéria seca de colmos.

**Tabela 2.** Desdobramentos das interações significativas para número e matéria seca de colmos, matéria seca de folhas e teores de potássio de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem

<i>Tratamentos</i>	<i>Caiapó</i>	<i>Maravilha</i>
<b>Doses de Calcário (t ha<sup>-1</sup>)</b>		
0	3,1 cB	4,8 bA
1,9	4,1 bB	6,6 aA
3,8	5,1 aB	6,8 aA
<b>Doses de Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>)</b>		
10	1,8 cA	1,9 cA
40	3,7 bB	6,3 bA
160	6,8 aB	9,8 aA
<b>Doses de Fósforo</b>		
<b>Matéria Seca de Colmos (g planta<sup>-1</sup>)</b>		
10	0,217 cA	0,300 cA
40	0,563 bB	0,919 bA
160	0,932 aB	1,775 aA
<b>Doses de Calcário</b>		
<b>Matéria Seca de Folhas (g planta<sup>-1</sup>)</b>		
0	2,7 bB	3,4 bA
1,9	4,1 aA	4,2 aA
3,8	3,8 aA	3,5 bA
<b>Doses de Fósforo</b>		
<b>Matéria Seca de Folhas</b>		
10	1,4 cA	0,8 cA
40	3,2 bB	3,9 bA
160	6,0 aA	6,3 aA
<b>Doses de Calcário</b>		
<b>Teores de K</b>		
0	18,6 bB	29,0 aA
1,9	26,6 aA	24,5 bA
3,8	28,9 aA	26,7 abA

Letras minúsculas (coluna) e letras maiúsculas (linha) iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Com relação à matéria seca de folhas, a cultivar Maravilha apresentou maior valor sem aplicação de calcário, no entanto, com a aplicação de calcário houve incremento dessa variável em ambas as cultivares até a dose de 1,9 t ha<sup>-1</sup>. A matéria seca de folhas também foi influenciada pelas doses de P, na qual a Maravilha apresentou maior valor em relação à Caiapó, na dose de 40 mg dm<sup>-3</sup>. Contudo, ambas as cultivares incrementaram a matéria seca de folhas de forma linear com a aplicação de P. Com relação à interação P X calcário, em todas as doses do corretivo houve incremento linear em razão da aplicação de P. Contudo, a calagem proporcionou incremento até 1,9 t ha<sup>-1</sup> somente nas doses de 10 e 40 mg dm<sup>-3</sup>.

Quanto à produção de matéria seca da parte aérea, a cultivar Maravilha apresentou maior acúmulo em relação ao Caiapó.

Desdobrando a interação calagem x fosfatagem, constata-se efeito expressivo da calagem apenas nas menores doses de P (0 e 40 mg dm<sup>-3</sup>), provavelmente, em razão do aumento da disponibilidade do elemento, pois na maior dose, o fator fixação passa a não ser limitante, ou seja, a quantidade de P fornecido é elevada e suficiente para satisfazer os sítios de fixação e absorção pela planta. O teor de nitrogênio não foi influenciado

pelos tratamentos. Quanto aos teores de P, houve efeito somente da fosfatagem, ocorrendo incremento linear. Com relação aos teores de potássio, a cultivar Maravilha apresentou maior teor sem aplicação de calcário, porém, a calagem reduziu os teores dessa cultivar, diferindo da Caiap, que teve incremento desse elemento com a calagem.

**Tabela 3.** Desdobramentos das interações significativas para número de colmos, matéria seca de folhas e de parte aérea de cultivares de arroz de terras altas em função da calagem e da fosfatagem.

Tratamentos	Doses de Calcário ( $t\ ha^{-1}$ )		
	0	1,9	3,8
Doses de Fósforo ( $mg\ dm^{-3}$ )	Número de Colmos		
10	1,3 cB	1,8 cAB	2,6 cA
40	4,1 bB	5,6 bA	5,2 bA
160	6,4 aC	8,6 aB	9,9 aA
Doses de Fósforo	Matéria Seca de Folhas ( $g\ planta^{-1}$ )		
10	0,5 cB	1,4 cA	1,5 cA
40	2,6 bC	4,5 bA	3,5 bB
160	6,0 aA	6,5 aA	6,0 aA
Doses de Fósforo	Matéria Seca de Parte Aérea ( $g\ planta^{-1}$ )		
10	0,6 cB	1,5 cB	3,5 bA
40	3,2 bB	5,2 bA	4,5 bAB
160	7,5 aA	8,0 aA	7,4 aA

Letras minúsculas (coluna) e letras maiúsculas (linha) iguais não diferem significativamente pelo teste DMS a 5% de probabilidade

**CONCLUSÕES:** O desenvolvimento das cultivares de arroz de terras altas é mais limitado pela deficiência de f sforo do que pela acidez do solo. O teor de nitrogênio na planta não é afetado pela calagem e fosfatagem. O teor de f sforo é incrementado pelo aumento da disponibilidade do elemento no solo enquanto o teor de potássio é afetado pela calagem.

## RESPOSTA DO ARROZ IRRIGADO, CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E PRÉ-GERMINADO, À UTILIZAÇÃO DE FOSFATO NATURAL REATIVO

GOMES<sup>1</sup>, A. da S., FERREIRA<sup>2</sup>, L. H. G., SCIVITTARO<sup>3</sup>, W. B., BENDER<sup>4</sup>, R. R., WINKLER<sup>4</sup>, A. S., CHIARELO<sup>4</sup>, C.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo do arroz irrigado por inundação caracteriza-se, no sistema convencional (SC), pela submersão do solo durante a maior parte do desenvolvimento da cultura. No sistema pré-germinado (PG), esta condição ocorre desde antes da semeadura (20 a 30 dias). Quando submersos, os solos sofrem profundas transformações físico-químicas decorrentes do processo de oxi-redução, destacando-se o aumento da disponibilidade de nutrientes essenciais, com destaque para o f sforo (P). Ap s o alagamento do solo, o P atinge concentrações máximas na solução do solo em quatro a cinco semanas. Assim, no cultivo de arroz pré-germinado, o aumento da disponibilidade de P ocorre antecipadamente, em relação ao sistema convencional. A dinâmica deste nutriente em solos alagados explica, parcialmente, a resposta limitada do arroz irrigado à adubação fosfatada, mesmo quando os teores de P disponível (Mehlich-I) em solos secos são baixos. Na região Sul do Brasil já foram realizadas pesquisas com fosfatos naturais reativos (FNR),

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 32758473. Algenor@cpact.embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Projeto Xisto/Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.

<sup>4</sup> Aluno de Graduação, FAEM-UFPel e Estagiário da Embrapa Clima Temperado. Pelotas RS.

objetivando avaliar sua eficiência como fonte supridora de P para a cultura do arroz irrigado, cultivado no SC. Os resultados observados indicam que a eficiência desta fonte de P teve desempenho imediato semelhante a de fosfatos solúveis (Lopes et al., 1983; Gomes et al., 2003). Na atualidade, estudos para avaliações de respostas imediata e residual, de cultivares de arroz irrigado do tipo moderno, à adubação com FNr são escassos, notadamente no sistema PG. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos imediato e residual de fontes de P, utilizadas de forma combinada ou isolada, na cultura do arroz irrigado, nos sistemas convencional e pré-germinado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho, constituído de dois experimentos, foi desenvolvido na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, localizada em Capão do Leão (RS). Os experimentos, envolvendo dois sistemas de cultivo do arroz: SC e PG foram conduzidos em áreas específicas, durante três safras sucessivas (2002/03 a 2004/05), sobre Planossolo Hidromórfico. Antes da instalação dos mesmos foi efetuada amostragem do solo, na profundidade de 0-15 cm, para diagnose da fertilidade. As análises químicas (Tedesco et al., 1995) revelaram os seguintes valores: pH água (1:1) = 4,9; índice SMP = 5,8; M.O. = 17 g dm<sup>-3</sup>; P = 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; K = 29 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 8,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg = 26,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e argila = 195 g dm<sup>-3</sup>. Os tratamentos constaram de substituições da fonte solúvel (SFT) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por FNr (Arad) em duas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: dose recomendada - DR (60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 3 vezes a DR (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Na DR foram testadas as seguintes substituições: 100% (T1); 75% (T2); 50% (T3) e 25% (T4) de SFT por FNr. Com 3 vezes a DR, as substituições corresponderam a 100% (T6) e 75% (T7) de SFT por FNr. Além desses foram acrescentados dois tratamentos controle: aplicação anual da DR (T5) como SFT e testemunha, sem a aplicação de fósforo (T8). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A área total das parcelas foi 10 m<sup>2</sup> (2 m x 5 m). A adubação complementar constou da aplicação anual de potássio (60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, como KCl) e de N (90 kg ha<sup>-1</sup> de N, como uréia). As demais práticas adotadas na condução dos experimentos seguiram recomendações da SOSBAI (2003). Nos dois experimentos, na primeira safra, foi utilizada a cultivar de arroz BR IRGA 410 e, nas demais, a cultivar BRS 7 "Taim", ambas cultivares de ciclo médio, tipo moderno-filipino. A semeadura foi realizada nos SC e PG em 04/12/03 (1ª safra), 18/10 e 7/11/04 (2ª safra) e 17/10/05 e 15/12/05 (3ª safra), respectivamente. As variáveis consideradas neste trabalho foram o rendimento de grãos de arroz (SC e PG) e os teores de P disponível na camada arável, 15 dias após a colheita (apenas no SC). Os resultados de rendimento de grãos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan (5%).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise conjunta realizada para rendimento de grãos, em cada um dos experimentos, não evidenciou interação significativa entre adubação fosfatada e safra. As diferenças no rendimento de grãos observadas entre as safras estão relacionadas, principalmente, às épocas de plantio. Quando foi possível semear na época adequada, os rendimentos médios atingiram 7,2 e 7,1 t ha<sup>-1</sup>, no SC (2ª e 3ª safras), e 9,3 t ha<sup>-1</sup> no PG (2ª safra). A semeadura fora de época esteve associada ao excesso de chuvas, no SC, e a problemas de pássaros no PG, exigindo ressemeadura. Na média de três safras, não foram verificados incrementos significativos da adubação fosfatada sobre o rendimento de grãos, nos dois sistemas de cultivo (Figura 1), confirmando resultados obtidos por Gomes et al. (2003). Vale ressaltar que a ausência de resposta do arroz irrigado à adubação fosfatada manifestou-se em um solo com baixo teor de P disponível, onde a probabilidade de resposta ao nutriente, normalmente, é maior (Sosbai, 2005). Os rendimentos médios de grãos de arroz obtidos nas duas últimas safras, no SC e, na 2ª, no PG, levando-se em conta a região edafoclimática onde o experimento foi conduzido, podem, de modo geral, ser considerados elevados, indicando não ter havido limitações de P para o desenvolvimento da cultura, mesmo quando da omissão de adubação fosfatada. Na atualidade, no RS, para o cultivo do arroz irrigado no PG e no SC, em solos com níveis de P < 3 mg dm<sup>-3</sup> (nível baixo), é recomendada a utilização, respectivamente, de 60 e 75 kg

ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para produzir de 6,0 a 9,0 t ha<sup>-1</sup>. Os rendimentos médios de grãos obtidos neste trabalho, quando a semeadura ocorreu em épocas adequadas, associados aos baixos níveis de P disponível no solo (Figura 2), sugerem que a atual recomendação de adubação fosfatada para o arroz irrigado (Sosbai, 2005) superestima a demanda da cultura.

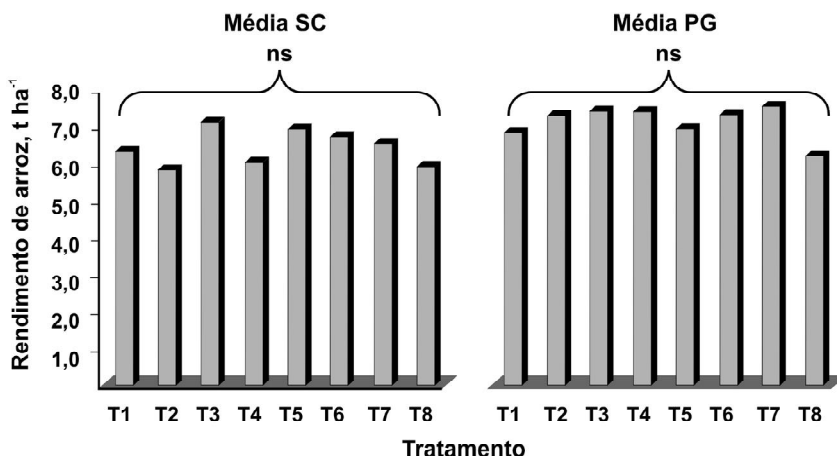


Fig. 1. Rendimento médio de grãos de arroz de três safras, em função de substituições da fonte solúvel de P por FNr, para o arroz irrigado, cultivado nos sistemas convencional (Média SC) e pré-germinado (Média PG).

Neste contexto, sugere-se a reavaliação das recomendações de P, quanto a fontes e níveis deste nutriente para a adubação do arroz, para o tipo de solo em estudo, a qual poderia basear-se na exportação do nutriente pela colheita. Deve-se ressaltar que foi utilizado, neste trabalho, um extrator ácido (Mehlich-1) para avaliar a disponibilidade de P do solo, o qual não é indicado para solos que receberam aplicações recentes de fosfatos naturais (SBCS-CQFS, 2004). Entretanto, para as condições experimentais estabelecidas não parece, pelos níveis de P determinados, ter ocorrido superestimativa dos teores de P, em razão da possibilidade de dissolução do P ligado ao cálcio. Neste contexto fica evidente a necessidade de melhor compreensão dos mecanismos envolvidos nas transformações de P de fertilizantes em solos alagados.

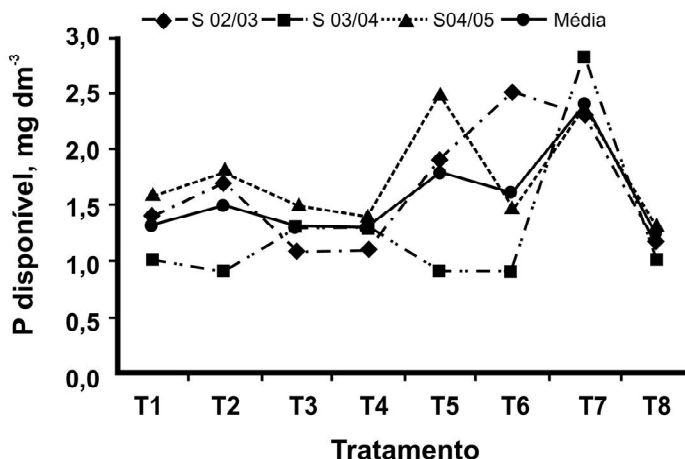


Fig. 2. Teor médio de P disponível no solo, na camada de 0-15 cm, em função de substituições da fonte solúvel de P por FNr, no cultivo do arroz irrigado no SC.

**CONCLUSÕES:** a) a ausência de resposta à adição de P pelo arroz irrigado deve estar relacionada à dinâmica deste nutriente em condições de solos alagados; e b) a adubação fosfatada com fontes solúvel e natural, de forma isolada ou em mistura, não influenciaram o rendimento de grãos de arroz irrigado, nos sistemas de cultivo convencional e pré-germinado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, A. da S.; FERREIRA, L.H.G.; SCIVITTARO, W.B.; CAPILEIRA, A.; SILVA, A.; C. Manejo da adubação fosfatada em arroz irrigado cultivado no sistema convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, Sc. **Anais**. Itajaí: EPAGRI, 2003.

LOPES, M.S.; BACHA, R.E.; CABRAL, J.T. Efeito da substituição gradativa de fosfato solúvel por fosfato natural sobre o rendimento de grãos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, 12., 1983, Porto Alegre. **Anais**. Pelotas: Embrapa-UEPAE de Pelotas; IRGA, 1983. p. 133-135.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. Ed. Porto Alegre, SBSC, 2004. 400p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, Departamento de Solos, 1985. 188p.(Boletim Técnico,5).

## SISTEMA DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE E NO RENDIMENTO INDUSTRIAL DE GRÃOS DO CULTIVO PRINCIPAL E DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO

SANTOS<sup>1</sup>, A.B. dos, FONSECA<sup>2</sup>, J.R., CUTRIM<sup>3</sup>, V. dos A.

**INTRODUÇÃO:** No ecossistema várzeas, o plantio direto de arroz irrigado por inundação controlada está mais relacionado ao controle de plantas daninhas, especialmente arroz vermelho, e à redução dos custos de produção, do que à conservação do solo, como no ecossistema terras altas (Santos, 1999) A possível inclusão do arroz irrigado no sistema plantio direto em várzeas da região tropical poderá resultar em menores danos à superfície do solo com a colheita, por apresentar maior resistência às pressões exercidas pelas esteiras das colhedoras. Além de beneficiar as culturas de entressafra, poderá ser incrementado o cultivo da soca, à exemplo do cultivo da safrinha do milho nas terras altas. Dentre as características que determinam o valor comercial das cultivares de arroz, está a qualidade industrial de grãos, especialmente a porcentagem de grãos inteiros após o beneficiamento, que pode ser influenciado por fatores genéticos e ambientais. Os objetivos deste estudo foram determinar os efeitos de sistemas de plantio sobre a produtividade e a qualidade industrial de grãos do cultivo principal e da soca de genótipos de arroz irrigado.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2153. baeta@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO.



**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido na Fazenda Xavante, em Dueré, TO. Foi avaliado o comportamento do cultivo principal e da soca de 20 gen tipos de arroz irrigado nos sistemas de plantio convencional (PC) e direto (PD). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, no esquema de parcela dividida, com seis repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de plantio e, as subparcelas, pelos gen tipos, com área total de 300m<sup>2</sup>, possibilitando a colheita mecanizada. No plantio convencional, o solo foi preparado com uma passada de grade aradora e duas com grade niveladora. O plantio direto do arroz foi efetuado sobre os resíduos da cultura anterior de soja. Na sementeira foram usadas 80 sementes por metro em linhas espaçadas de 0,17 m. Por ocasião da colheita, determinou-se a produtividade de grãos, a qual foi expressa em kg ha<sup>-1</sup>, ap s ajustada em 13% de umidade. Para a avaliação da qualidade industrial de grãos, as amostras, depois de colhidas foram secas até 13% de umidade e armazenadas por 30 dias. Logo ap s, amostras de 100 g de sementes foram beneficiadas, utilizando-se engenho de provas da marca Suzuki, modelo MT 82 devidamente regulado, e a seguir, determinou-se a massa de grãos inteiros e total, inteiros mais quebrados. Os dados foram submetidos à análise de variância e para comparação dos gen tipos foi empregado o teste de agrupamento de médias de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve interação entre sistema de plantio e gen tipo no rendimento de grãos inteiros e total no beneficiamento e produtividade de grãos. O rendimento médio de grãos inteiros da soca foi 31% menor que o do cultivo principal, ao passo que o rendimento médio total não diferiu entre os cultivos, cultivo principal e soca. Esses resultados discordam de Costa et al. (2000) que não encontraram diferenças no rendimento de grãos inteiros e no rendimento total, no cultivo principal e na soca. Em média, os valores na soca foram iguais ou superiores aos do cultivo principal. O rendimento de grãos inteiros no cultivo principal, no PC, foi maior nos gen tipos BRS Fronteira, CNAi 10393, CNA 8859, CNA 8502 e CNA 8860, e as três últimas linhagens também apresentaram maiores porcentagens no PD (Tabela 1). Os percentuais de rendimento de grãos inteiros e total têm reflexos econômicos. Na soca, no PC, os gen tipos BRS Fronteira, BRS Jaburu e CNA 8859 tiveram as maiores porcentagens de grãos inteiros, com 48,1, 48,0 e 44,2%, respectivamente. No cultivo principal, o rendimento total de grãos, no PC, foi agrupado em apenas dois grupos, sendo o maior variando na faixa de 62,9%, com a SCSBRS TioTaka, a 68,9%, com a BRS Fronteira. No PD, houve quatro agrupamentos, sendo o maior de 64,4%, com a BRS Biguá, a 68,0%, com a CNA 8559. Na soca, no PC, o grupo com maiores porcentagens totais variou de 61,8%, com a BRS Fronteira, a 65,2%, com a Metica 1, enquanto que no PD a variação foi de 64,3%, com a SCSBRS TioTaka, a 68,9%, com a CNA 8502. A produtividade média de grãos da soca foi 80% menor que a do cultivo principal. No entanto, deve-se ressaltar que a produtividade de grãos da soca foi baixa, pois foi estimada, considerando também a área pisoteada pelas esteiras da colhedora, que danificaram os colmos remanescentes das plantas de arroz, podendo corresponder a até 38% da área total (Santos & Prabhu, 2001). No cultivo principal, apenas a cultivar BRSGO Guará foi classificada no grupo mais produtivo nos dois sistemas de cultivo. A cultivar mais produtiva foi a BRS Fronteira com 5666 kg ha<sup>-1</sup>. No PC, os gen tipos BRS Alvorada, BRS Fronteira, BRSGO Guará, CNA 8559 e CNA 8860 foram classificados no grupo mais produtivo no cultivo principal. No PD, isso ocorreu com a BRS Jaburu, BRSGO Guará e CNA 8502. Na soca, no PC, a maior produtividade de grãos foi obtida com a CNA 8869, ao passo que no PD os gen tipos mais produtivos foram a BRS Alvorada, BRS Formoso, BRS Jaburu e a SCSBRS 111. No cultivo principal, os gen tipos SCSBRS 111 e CNA 8569 apresentaram baixo desempenho, na soca, isso se verificou com a CNA 8559 e CNA 8860.

**Tabela 1.** Efeitos de sistema de plantio no rendimento industrial de grãos e na produtividade de grãos no cultivo principal e na soca de genótipos de arroz irrigado.

Genótipo	Rendimento de grãos inteiros (%)				Rendimento total de grãos (%)				Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			
	C. principal		Soca		C. principal		Soca		C. principal		Soca	
	PC <sup>1</sup>	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
BRS Alvorada	56,9b	39,7b	37,5d	40,5d	66,4b	52,3a	64,4d	66,7c	5282d	3646a	907d	1265e
BRS Biguá	53,3b	55,1d	39,3d	41,2d	63,7b	64,4d	62,3d	62,8b	4076b	3916b	1044d	988d
BRS Formoso	43,5a	49,9c	24,8b	34,4c	59,9a	63,1c	59,7c	66,5c	4077b	3721a	1157e	1205e
BRS Fronteira	64,1c	43,4b	48,1e	37,4c	68,9b	56,5b	61,8d	66,0c	5666d	4206b	576b	629b
BRS Jaburu	44,8a	55,9d	48,0e	37,6c	56,6a	66,0d	62,6d	67,7c	4594c	5199d	833c	1237e
BRSGO Guará	55,8b	54,6d	31,7c	38,8c	65,9b	65,3d	60,9c	67,3c	5366d	5104d	801c	808c
CNA 8502	58,7c	58,9e	38,9d	44,2d	65,0b	66,0d	62,0d	68,9c	4803c	5247d	1188e	874c
CNA 8569	56,5b	43,6b	28,8c	30,6b	66,4b	56,5b	59,3c	65,8c	2818a	3508a	1331f	684b
CNA 8859	60,5c	62,0e	44,2e	36,0c	67,0b	68,0d	64,9d	67,6c	5088d	3869b	447a	589a
CNA 8860	59,0c	60,0e	35,9d	36,7c	66,9b	66,2d	62,5d	65,4c	5146d	4565c	470a	494a
CNAi 10393	59,0c	46,7b	30,1c	34,7c	66,1b	61,2c	63,3d	67,6c	4528c	4647c	804c	948d
CNAi 9090	55,4b	50,2c	25,7b	24,3a	65,1b	63,0c	62,1d	66,5c	4623c	4202c	931d	684b
CNAi 9730	56,1b	51,9c	22,7b	37,3c	64,2b	66,7d	57,9c	66,5c	3694b	4104b	674c	565a
CNAi 9778	56,6b	49,2c	22,4b	38,1c	64,4b	63,2c	51,8b	64,8c	4259b	3981b	506a	689b
CNAi 9834	42,8a	42,4b	27,7c	42,3d	61,0a	59,9b	60,1c	62,2b	4300b	3813b	625b	912d
CNAi 9838	45,4a	32,1a	31,2c	41,8d	60,7a	49,1a	55,7c	61,9b	4575c	3677a	913d	833c
CNAi 9865	39,3a	32,1a	17,5a	37,6c	58,7a	60,9c	39,2a	56,4a	4427b	2913a	767c	697b
Metica 1	51,2b	37,9a	33,8d	38,3c	64,1b	53,4a	65,2d	67,0c	4412c	3358a	1201e	815c
SCSBRS 111	44,1a	44,6b	36,5d	35,8c	61,0a	58,8b	62,2d	65,6c	3013a	3613a	1144e	1160e
SCSBRS TioTaka	48,3a	47,4b	25,6b	32,5b	62,9b	61,5c	59,8c	64,3c	4418c	3561a	891d	1026d
Média	53	48	33	37	64	61	60	66	4458	4043	861	855

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott Knott, na significância de 0,05.

**CONCLUSÕES:** A qualidade industrial e a produtividade de grãos no cultivo principal e na soca dos genótipos de arroz irrigado comportam-se diferentemente com os sistemas de

plântio. A produtividade média de grãos dos gen tipos na cultura principal é maior no plântio convencional e, a da soca, não difere com os sistemas de plântio. De modo geral, a melhor qualidade industrial de grãos do cultivo principal é obtida com o plântio convencional e, da soca, com o plântio direto. Há viabilidade em explorar o potencial produtivo de linhagens de arroz irrigado oriundas do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa, onde são identificados gen tipos com qualidade industrial e produtividade de grãos, no cultivo principal e na soca, maiores ou semelhantes aos das cultivares em uso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, E.G. de C.; SANTOS, A.B. dos; ZIMMERMANN, F.J.P. Características agronômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.15-24, 2000. Ed. Especial.

SANTOS, A.B. dos. Sistemas de plântio. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.354-374.

SANTOS, A.B. dos; PRABHU, A.S. Sistema de colheita e fungicida na produtividade e na qualidade de grãos da soca de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p.266-268.

## DOSES DE NITROGÊNIO NO COMPORTAMENTO DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO

SANTOS<sup>1</sup>, A. B. dos, FAGERIA<sup>2</sup>, N. K.

**INTRODUÇÃO:** O N é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura do arroz irrigado (Fageria & Stone, 2003). No entanto, o ambiente aquático no qual o arroz é cultivado gera instabilidade na maioria das formas inorgânicas do N presentes no solo. A sua disponibilidade imediatamente após a colheita do cultivo principal é importante na utilização das reservas de carboidratos acumuladas na base do colmo e, eventualmente, no crescimento da soca. Cerca de 50% do N absorvido pelo arroz vem das reservas do solo. O N é o elemento que maior resposta tem proporcionado à soca (Fageria & Santos, 2004). O uso da dose adequada reduz a perda de N e aumenta a sua eficiência. A dose adequada é aquela que possibilita a cultura produzir economicamente, não havendo, acima dessa quantidade, resposta lucrativa. Os objetivos deste estudo foram determinar os efeitos de doses de N sobre os índices fisiológicos, a produtividade de grãos e algumas características agronômicas da soca de arroz irrigado, e avaliar o uso do clorofilômetro na estimativa da concentração de N nas plantas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi conduzido um experimento na Fazenda Palmital da Embrapa Arroz e Feijão, em Brazabrantes, GO, em solo de várzea classificado como Inceptissolo. Os tratamentos consistiram das doses de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicadas logo após a colheita do cultivo principal, na forma uréica. Foi usada a linhagem CNA 8502 de arroz irrigado, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para as análises de crescimento, realizaram-se amostragens da parte aérea das plantas, iniciando-se aos 15 dias após a colheita (DAC) do cultivo principal e, as subseqüentes, em intervalos de sete dias até a colheita da soca. A área foliar foi determinada com medidor automático de área modelo LI 3000. As amostras foram levadas para secagem em estufa e, a seguir, foram determinadas a massa da matéria seca total da parte aérea (MS Total). As curvas de crescimento do IAF e da MS Total foram ajustadas por equações de regressão, testando-se modelos lineares e quadráticos. Simultaneamente, foram realizadas leituras com o clorofilômetro MINOLTA SPAD-502. Foi também determinada a produtividade de grãos e seus componentes. Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2153. baeta@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve efeitos significativos de N nas leituras com clorofilômetro realizadas aos 15 e 22 DAC do cultivo principal. Na primeira leitura o efeito foi quadrático, sendo o valor máximo de 39,19 estimado com 69 kg ha<sup>-1</sup> de N, e a na segunda o aumento foi linear (Tabela 1). O número de folhas cresceu linearmente aos 22 e 42 DAC com as doses de N, havendo aumento de 0,62 e 1,44 folha por kg de N aplicado. Isso refletiu nas MS Total aos 29, 42 e 49 DAC, que também aumentaram. Os IAFs foram afetados pelo N. Aos 15 e 35 DAC, as respostas foram quadráticas, sendo os valores máximos de 0,36 e 1,70 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> estimados com 70 e 89 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, e nas demais datas lineares. A determinação da área foliar é importante para estudos de nutrição, competição e relações solo-água-plantas (Benincasa et al., 1976). A razão de área foliar (RAF) é a razão entre a área foliar, área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO<sub>2</sub>, e a MS Total, resultado da fotossíntese. A RAF aos 49 e 56 DAC e a área foliar específica (AFE) na última amostragem também aumentaram com as doses de N. A RAF, por sua vez, pode ser desmembrada em área foliar específica (AFE) e razão de massa de folha (RMF). A AFE relaciona a superfície com a MS Folha. Se considerarmos a massa como a expressão do volume foliar, o inverso da AFE indica a espessura da folha, ou seja, MS Folha/Área Foliar, que é a massa específica da folha (MEF). A RMF, que é a razão entre a MS Folha e a MS Total, teve resposta quadrática decrescente aos 49 DAC, obtendo-se o menor valor de 0,15 g g<sup>-1</sup> estimado com 27 kg ha<sup>-1</sup> de N, e linear aos 56 DAC. A RMF expressa a fração da MS não exportada das folhas para o resto da planta, indicando que à medida que a planta cresce, menor é a fração do material retido na folha, ou seja, a exportação é maior. Aos 56 DAC, a MEF declinou com o N, a uma razão de 0,0014 g dm<sup>-2</sup> por kg ha<sup>-1</sup> de N. Houve resposta quadrática do número de panículas, sendo o valor de 744 estimado com 70 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 1). O N afetou linearmente a altura das plantas,  $Y = 62,25 + 0,0540 X$ ,  $r^2 = 0,88^{**}$ , o número de grãos e a produtividade de grãos, havendo aumento de 15 kg ha<sup>-1</sup> de grãos para cada kg de N. Santos (2001) obteve a produtividade máxima fisiológica estimada com 56 kg ha<sup>-1</sup> de N e a dose econômica de 53 kg ha<sup>-1</sup> de N. O efeito de N sobre a MS Total ajustou-se ao modelo quadrático, sendo 65 kg ha<sup>-1</sup> de N a dose estimada para a obtenção de 663 g m<sup>-2</sup>. A produtividade de grãos correlacionou-se positivamente com os índices fisiológicos, exceto com a MEF que foi negativa, mostrando que a relação MS Folha/Área Foliar reduz com o aumento da produtividade de grãos (Tabela 2). As leituras com clorofilômetro e o IAF apresentaram as maiores quantidades de altas correlações com a produtividade de grãos, indicando serem bons índices para estimar o crescimento da soca de arroz.

**Tabela 1.** Equações de regressão de leituras SPAD e alguns índices fisiológicos da soca em razão de doses de N e coeficientes de determinação.

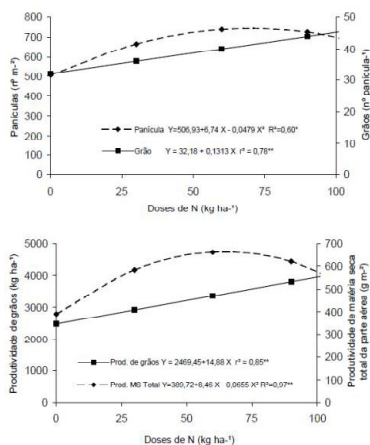
Índice fisiológico	Equação da regressão	R <sup>2</sup>
SPAD 15 <sup>1</sup>	$Y = 33,3829 + 0,1687 X - 0,001225 X^2$	0,801**
SPAD 22	$Y = 35,94 + 0,0485 X$	0,909**
Folha 22 (nº amostra <sup>-1</sup> )	$Y = 171,10 + 0,6220 X$	0,760**
Folha 42 (nº amostra <sup>-1</sup> )	$Y = 125,95 + 1,1410 X$	0,865**
MS Total 29 (g amostra <sup>-1</sup> )	$Y = 12,1355 + 0,07544 X$	0,448*
MS Total 42 (g amostra <sup>-1</sup> )	$Y = 20,5965 + 0,1190 X$	0,599**
MS Total 49 (g amostra <sup>-1</sup> )	$Y = 4,8650 + 0,0390 X$	0,998**
IAF 15 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,1804 + 0,00527 X - 0,000038 X^2$	0,544*
IAF 22 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,4946 + 0,003280 X$	0,870**
IAF 35 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,6692 + 0,023003 X - 0,000128 X^2$	0,937*
IAF 42 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,4306 + 0,007257 X$	0,717**
IAF 49 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,7918 + 0,007895 X$	0,997**
IAF 56 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	$Y = 0,4741 + 0,006027 X$	0,832**
RAF 49 (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	$Y = 0,2191 + 0,001554 X$	0,693**
RAF 56 (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	$Y = 0,1613 + 0,000859 X$	0,962**
AFE 56 (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	$Y = 1,4587 + 0,003389 X$	0,871**
RMF 49 (g g <sup>-1</sup> )	$Y = 0,1546 - 0,000071 X + 0,000014X^2$	0,823*
RMF 56 (g g <sup>-1</sup> )	$Y = 0,1114 + 0,000262 X$	0,732**
MEF 56 (g dm <sup>-2</sup> )	$Y = 0,6922 - 0,001393 X$	0,826**

\* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. <sup>1</sup>Dia após a colheita (DAC). SPAD = Leitura com clorofilômetro; MS Total = Matéria seca total; IAF = Índice de área foliar; RAF = Razão de área foliar; AFE = Área foliar específica; RMF = Razão de massa de folha; MEF = Massa específica da folha.

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação entre os índices fisiológicos e as características avaliadas com a produtividade de grãos da soca.

SPAD 15 <sup>1</sup>	0,9033*	MS Total 49 (g amostra <sup>-1</sup> )	0,9150*	AFE 56 (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	0,9613**
SPAD 22	0,9795**	IAF 42 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	0,8968*	MEF 56 (g g <sup>-1</sup> )	-0,9510*
SPAD 29	0,9585*	IAF 49 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	0,9137*	Altura de plantas (cm)	0,9467*
Folha 42 (n <sup>o</sup> amostra <sup>-1</sup> )	0,9220*	IAF 56 (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	0,9287*	Grãos (n <sup>o</sup> panícula <sup>-1</sup> )	0,9414*
MS Total 42 (g amostra <sup>-1</sup> )	0,9012*	RAF 56 (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	0,9193*		

\* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.



**Fig. 1.** Efeitos de doses de N sobre a produtividade de MS Total e de grãos e seus componentes da soca da linhagem CNA 8502 de arroz irrigado.

**CONCLUSÕES:** A leitura com clorofilômetro é eficiente na indicação do nível de N nas plantas da soca. A maioria dos índices fisiológicos da soca apresenta maior resposta à dose de 60 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M.M.P. et al. Método não destrutivo para estimativa da área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro). **Científica**, Jaboticabal, v.4, n.1, p.43-48, 1976.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B. dos. Adubação. In: SANTOS, A.B. dos (Ed.). **Cultivo da soca de arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. p.79-99.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo do Nitrogênio. In: FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos (Ed.). **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. p.51-94. SANTOS, A.B. dos. **Cultivo da soca de arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 40).

## ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

GOMES<sup>1</sup>, A. da S., BENDER<sup>2</sup>, R. R., FERREIRA<sup>3</sup>, L. H. G., THEISEM<sup>4</sup>, G., SILVA<sup>5</sup>, R. M. da WINKLER<sup>2</sup>, A. S., CHIARELO<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** Durante o crescimento das plantas ocorre a captação de energia luminosa e a redução do CO<sub>2</sub> atmosférico, através do processo fotossintético, resultando na formação de compostos orgânicos essenciais ao acúmulo de sua biomassa, bem como à formação de novos tecidos. A variação temporal do acúmulo de biomassa seca pode ser representada por uma curva do tipo sigmoideal e o acúmulo temporal de nutrientes acompanha esta variável (Garcia et al., 2003). Inicialmente, observa-se um crescimento exponencial lento, seguido de uma fase de ganhos lineares e finalmente, uma etapa onde os incrementos de biomassa são decrescentes. Este modelo de curva decorre do balanço entre disponibilidade e demanda de carbono experimentado pela planta (Gomide, et al., 2003). Características morfológicas da planta, assim como fatores ambientais e de manejo que possam modificar estas características, interferem no acúmulo de biomassa. A análise de crescimento de espécies vegetais possibilita acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição específica de cada órgão no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas. A análise da variação temporal do acúmulo de biomassa também pode ser utilizada como instrumento visando a descrição clara do padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo comparações entre situações distintas, podendo ser aplicada às mais diversas modalidades de estudos (Liedgens, 1993). O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação temporal do acúmulo de biomassa seca da parte aérea da planta e dos macronutrientes de três cultivares de arroz irrigado, semeadas no sistema convencional, com vistas a estabelecer relações entre elas e obter subsídios para a orientação do manejo racional da cultura.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em um Planossolo Hidromórfico, durante a safra 2004/2005, em área da Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, localizada em Capão do Leão (RS). As cultivares de arroz irrigado avaliadas foram: BRS Atalanta – ciclo super-precoce e tipo moderno-filipino; BRS Quercia – ciclo precoce e tipo moderno-americano e BRS Pelota – ciclo médio e tipo moderno-filipino. As três cultivares apresentam alto potencial produtivo e grãos longos e finos, denominados de agulhinha, e foram na densidade de 125 kg ha<sup>-1</sup> (45 sementes viáveis por metro linear), com espaçamento entre linhas de 17,5 cm. A adubação, em pré-plantio, foi realizada com base na análise do solo e correspondeu à aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5:20:20. Em cobertura foram aplicados, no início do perfilhamento, imediatamente antes da submersão do solo, 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e, na diferenciação da panícula, mais 40 kg ha<sup>-1</sup>, como uréia. O início da irrigação, realizado 30 dias após a emergência das plântulas, ocorreu em 02/12/2004, e o término 15 dias antes da colheita de cada cultivar. Durante o período de submersão do solo foi mantida uma lâmina de água em torno de 10 cm de altura. Cada cultivar foi desenvolvida em três faixas, medindo cada uma 78,75 m<sup>2</sup> (25 x 3,15 m). Nestas faixas foram coletadas, em cada uma delas, de 10 em 10 dias, ao longo do ciclo biológico de cada cultivar, 40 plantas, em área de 0,175 m<sup>2</sup> (1,0 m x 0,175 m), para

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 32758473. algenor@cpact.embrapa.br.

<sup>2</sup>Aluno de Graduação, FAEM-UFPEL e Estagiário da Embrapa Clima Temperado.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Projeto Xisto/Embrapa Clima Temperado.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia, Embrapa Clima Temperado.

<sup>5</sup>Técnica em Química, Bolsista da FAPEG. Embrapa Clima Temperado.

determinação das variáveis: acúmulo de matéria seca (MS) da parte aérea da planta (folha + colmo + panícula) e acúmulo dos macronutrientes N, P e K, por unidade de biomassa seca. A função matemática utilizada para ajustar esta variação temporal foi a sigmoideal [1], com três parâmetros, normalmente utilizada para expressar o comportamento de fenômenos biológicos.

$$y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x - x_0}{b}\right)}} \quad (1)$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A variação temporal do acúmulo de biomassa seca (MS) total da parte aérea da planta e dos macronutrientes primários (NPK) absorvidos, para as três cultivares de arroz irrigado estudadas, e as respectivas equações ajustadas, encontram-se na Figura 1. O crescimento inicial, até próximo aos 40 dias após a emergência (DAE) das plântulas mostrou-se lento e semelhante para as três cultivares de arroz. A partir daí, o acúmulo de biomassa seca foi linear para as três cultivares estudadas (Figura 1a). Nesta fase de crescimento linear, o acúmulo temporal de MS foi mais intenso para a cultivar BRS Atalanta, e estendeu-se, assim como para BRS Pelota, até em torno dos 80 DAE. A BRS Querência, por sua vez, apresentou uma taxa intermediária de acúmulo de biomassa seca durante o crescimento linear, porém, este estendeu-se, aproximadamente, até os 90 DAE. A análise da Figura 1a ressalta a importância da conjugação da taxa e duração do período de crescimento linear sobre o acúmulo máximo de matéria seca. Nesse contexto, embora a cultivar BRS Querência tenha apresentado uma menor taxa de acúmulo de biomassa seca durante a fase de crescimento linear em relação à cultivar BRS Atalanta, esta fase prolongou-se por um período maior, resultando num maior acúmulo de biomassa seca no final do ciclo. A cultivar BRS Pelota, que experimentou o mesmo período de crescimento linear que a Atalanta, porém, com incrementos menores de MS por unidade de tempo, foi a que acumulou a menor quantidade de biomassa seca durante todo o seu ciclo biológico, ressaltando a importância das características de cada cultivar. Tais resultados demonstram a necessidade do manejo diferenciado para cultivares, como forma de atender mais eficientemente suas demandas por água e nutrientes. A variação temporal do acúmulo dos macronutrientes primários seguiu o modelo do acúmulo de biomassa seca (Figura 1b; 1c; 1d). Observa-se que a cultivar BRS Atalanta apresentou maior absorção de NPK, praticamente durante todo o período de amostragem, em relação às cultivares BRS Querência e BRS Pelota. Estas, por sua vez, manifestaram comportamento semelhante quanto ao acúmulo de N, P e K. O macronutriente mais extraído, por duas das três cultivares de arroz, foi o K, seguido do N e do P. Segundo Fageria (1984), o acúmulo de nutrientes pelo arroz irrigado segue a ordem:  $K > N > P > Mg > Ca$ , o que corrobora com os resultados observados neste trabalho. O maior acúmulo de MS e de absorção de NPK observado pela cultivar BRS Atalanta, em relação às outras duas cultivares, deve estar relacionado a maior participação da fração MS da panícula (maior rendimento de grãos) na composição do total de biomassa seca.

A variação diária para o acúmulo de MS e absorção de NPK, para as três cultivares de arroz, expressa pela derivada das curvas apresentadas na Figura 1, encontra-se na Figura 2. A taxa de máximo acúmulo diário de MS para a cultivar BRS Atalanta ocorreu no mesmo período em que foi máxima a taxa de absorção diária de NK (58 DAE). Para o P, esta taxa máxima de absorção foi observada aos 80 DAE. Para a BRS Querência, a absorção máxima de NPK ocorreu antes do acúmulo máximo de MS, respectivamente aos 52, 62 e 65 DAE. A BRS Pelota, por sua vez, apresentou maior absorção de NPK aos 53, 66 e 58 DAE, respectivamente. O máximo acúmulo de MS para esta cultivar foi observado aos 65 DAE. A velocidade máxima de absorção dos macronutrientes, pelas plantas de arroz, ocorreu durante a fase reprodutiva. O N e o K foram mais extraídos no início desta fase (em torno da diferenciação da panícula) e P mais para o seu final, próximo ao emborrachamento.

Estes resultados vêm ao encontro dos observados por Garcia et al. (2003).

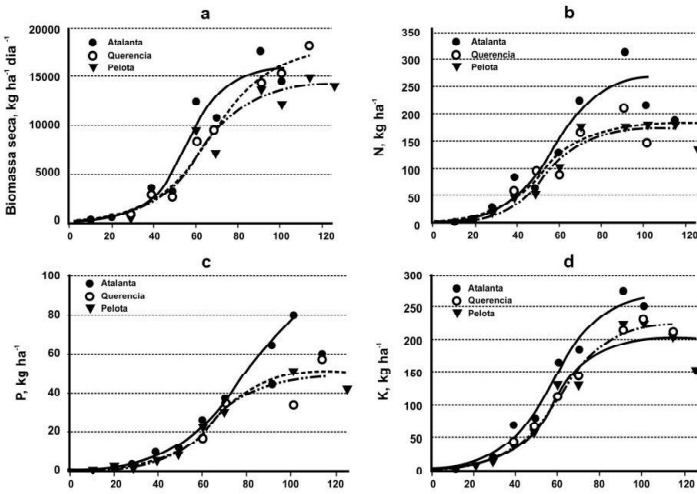


Fig. 1.

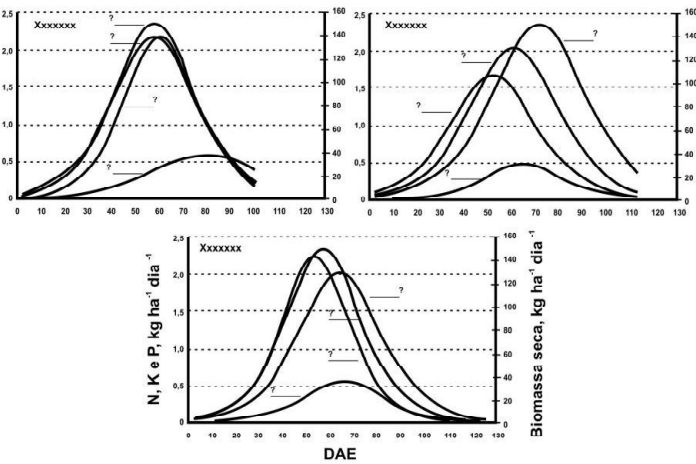


Fig. 2. Taxa diária de acúmulo de biomassa seca (MS) e de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, para três cultivares de arroz irrigado.

**CONCLUSÕES:** As cultivares diferiram quanto as estratégias para acúmulo de MS e NPK; a estimativa da velocidade máxima de absorção dos macronutrientes sugere que a adubação de cobertura com N, nutriente tradicionalmente aplicado desta forma no cultivo do arroz irrigado no RS, ocorra pr ximo à diferenciação da panícula, para as três cultivares de arroz.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura do arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA, cnpaf, 1984. 341p.

GARCIA, A.G., DOURADO-NETO, D., BASANTA, M. Del V., OVEJERO, R.F.L., FAVARIN, J.L. Logistic rice model for matter and nutrient uptake. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p. 481-488. 2003.



GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A., ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

LIEDGENS, M.M. Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta de soja (*Glycine max* L. Merrill, cultivar IAC15) em condições sazonais diferenciadas. Campinas: Unicamp, 1993. 101p. Dissertação de Mestrado.

## MANEJO ANTECIPADO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS COM RESTRIÇÕES DE UMIDADE NO SOLO

J.Kluthcouski<sup>1</sup>, Aidar, H.<sup>1</sup>, Thung<sup>2</sup>, M., Cobucci<sup>1</sup>, T.

**INTRODUÇÃO:** O nitrogênio (N) é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (Lopes et al., 2004). É um elemento que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo. Em decorrência disso, a eficiência de sua utilização pelas plantas é baixa, de 50 a 60%. Tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar sua eficiência ou para prevenir as possíveis perdas por volatilização e, sobretudo, por lixiviação. São poucas as informações sobre a relação entre o N x matéria orgânica x microorganismos x cultura precedente. A suplementação desse nutriente pode, então, estar sendo ministrada tardiamente, nesse caso com a principal função de melhorar o nível protéico, e não a produtividade das espécies cultivadas, particularmente as graníferas. Com a evolução na adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) em terras altas, é de se esperar um aumento gradativo no teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, da atividade microbiana dos solos. Isto pode alterar não apenas o ciclo do nitrogênio no solo, tornando-o menos disponível para as plantas, em um determinado período, como também o fluxo de perdas. Na prática, verifica-se que são inúmeros os equívocos cometidos na aplicação deste adubo, especialmente no que diz respeito a métodos de aplicação, notadamente em solos mais ricos em matéria orgânica, como no caso do SPD e pastagens. Assim, em alguns casos, a antecipação da adubação nitrogenada, em relação às recomendações anteriores ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no que se refere a aumento da produtividade das culturas graníferas anuais. Não é de se esperar, por exemplo, que, em solos com baixa fertilidade, excessivamente arenosos e pobres em matéria orgânica, ou em solos mal drenados, a prática da aplicação antecipada produza plenos efeitos na eficácia do nutriente. Os objetivos desse trabalho foi estudar, em dois locais, o efeito da antecipação da aplicação da adubação nitrogenada sobre o arroz de terras altas, conhecido, no passado, de arroz de "sequeiro não favorecido", devido a irregular distribuição de chuvas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Um dos estudos foi conduzido na Fazenda Santa Fé, em Santa Helena de Goiás, GO, no verão, em um Latossolo Roxo eutrófico, mantido sob Sistema Plantio Direto (SPD) por mais de 20 anos. Trata-se de um solo com alta fertilidade (Tabela 1), já que nessa gleba têm sido conduzidas duas a três safras por ano agrícola, sob irrigação por aspersão no inverno e se pratica a Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Foi utilizada a cultivar de arroz de terras altas Aimoré, dispondo-a em um esquema fatorial, no delineamento experimental de parcelas subdivididas, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas por três (3) manejos do solo, SPD, Aeromix (escarificação superficial), Matabroto (escarificação profunda) e as subparcelas

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2183, joaok@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Consultor Fazenda Santa Angelina, Brejinho de Nazaré, TO.

pelos doses de 0, 45, 90, 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, sob a forma de uréia. Os tratamentos foram estabelecidos em faixas, de forma mecanizada. Cada parcela útil foi constituída de 8 fileiras de arroz, espaçadas de 0,30m, com 5 metros de comprimento. O N foi incorporado ao solo a uma profundidade de 6-8 cm, um dia antes da semeadura do arroz. Na semeadura, utilizou-se a adubação com 150 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP). O segundo estudo, foi feito em Santo Antônio de Goiás-GO, em solo Latossolo Vermelho distr fico, sob pastagem degradada, de baixa fertilidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas dos solos: Santa Helena de Goiás, GO.

Prof. (cm)	pH água	Ca	Mg	Al	H + Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.
												g dm <sup>-3</sup>
0-20	5,1	32	10,2	1,5	60	43	70	2,8	2,1	12	7,2	33
Santo Antônio de Goiás-GO												
0-10	5,7	27,9	6,4	1	58	0,8	69	1,7	0,6	88	34	16
10-20	5,7	26,1	6,2	1	50	0,6	44	1,6	0,6	79	29	16

Utilizou-se a cultivar Primavera, no mesmo esquema e delineamento experimental anterior, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas de quatro manejos de solo (SPD, SPD + Escarificação, GA – grade aradora -e GA – grade aradora + Al – arado de aivecas), e as subparcelas de quatro formas de aplicação de N, SNS (sem nitrogênio antes da semeadura), SNS + C (sem nitrogênio antes da semeadura + em cobertura), CNS (com nitrogênio antes da semeadura) e CNS + C (com nitrogênio antes da semeadura + em cobertura). Na semeadura foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-30-16. Quando em cobertura, a adubação nitrogenada foi feita 40 dias após a emergência das plantas, com 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Em região de média pluviosidade, como em Santa Helena de Goiás, GO, verificou-se efeito positivo da antecipação do N. Neste caso, contudo, há registro de deficiência hídrica acentuada a partir da emissão das panículas, o que, sem dúvida, reduziu o efeito dessa prática. O efeito mais expressivo da antecipação foi para a dose de 45 kg de N ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Houve, também, efeito significativo da escarificação profunda do solo, muito provavelmente em razão da deficiência hídrica. Em Santo Antônio de Goiás, GO, foi evidenciado que a aplicação antecipada de N, em pastagem degradada, é mais eficiente que o método tradicional, em cobertura, sobre o rendimento de grãos desse cereal (Tabela 3).

**Tabela 2.** Efeito de doses de N antecipado e de manejos do solo no rendimento da cultivar de arroz de terras altas Aimoré, na Fazenda Santa Fé, em Santa Helena de Goiás, GO, em 2005.

N antecipado <sup>1</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )			Média (kg ha <sup>-1</sup> )
	Manejo do solo <sup>2</sup>			
	SPD	Aeromix <sup>3</sup>	Matabroto <sup>4</sup>	
0	1.399b <sup>5</sup>	2.340a	2.847a	2.195B
45	2.727a	2.201a	3.096a	2.674A
90	1.612b	1.383b	3.000a	1.998B
135	2.856a	2.489a	2.518a	2.621A
Média	2.148B	2.103B	2.865A	2.372
CV	16.9%			

<sup>1</sup> Tendo a uréia Petrobras como fonte. <sup>2</sup> Semeadura: 17/11/2004. Colheita: 1/3/2005. Chuvas no período: 778,2 mm, com veranico entre 4 e 26/2/2005, cujas chuvas somaram 4,8 mm neste período. <sup>3</sup> Escarificação superficial com facas. <sup>4</sup> Escarificação profunda com hastes distanciadas em 1,2 m. <sup>5</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem quanto ao manejo, na horizontal, e quanto ao nitrogênio antecipado na vertical. Letras minúsculas não diferem quanto ao nível de N antecipado. Teste de Duncan, no nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Efeito do manejo do solo e da aplicação antecipada do nitrogênio sobre o rendimento da cultivar de arroz de terras altas Primavera, em área de pastagem degradada, em Santo Antônio de Goiás, GO, 2004.

Manejo do solo	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>				
	SNS	SNS + CO	CNS	CNS + CO	Média
GA <sup>2</sup>	1.246Ba	1.633Bab	1.783Bbc	2.492Aa	1.789b
SPD	1.240Aa	1.366Ab	1.661Ac	1.664Ab	1.482c
SPD + ESC	1.545Ba	2.192Aa	2.282Ab	2.582Aa	2.394a
GA + AI	1.552Ca	2.120Ba	2.953Aa	2.952Aa	2.550a
Média	1.396d	1.828c	2.170b	2.421a	
DMS Manejo	472				
DMS N	437				
CV (%)	16				

<sup>1</sup> SNS = sem nitrogênio antes da semeadura; CNS = com nitrogênio antes da semeadura (45 kg de N ha<sup>-1</sup>); CO = cobertura com 45 kg de N ha<sup>-1</sup>. 2GA = grade aradora; SPD = Sistema Plantio Direto; ESC = escarificado; AI = arado de aiveca. Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, e minúscula, na vertical, exceto para as médias, não diferem entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

**CONCLUSÕES:** Há falta de N na fase inicial de desenvolvimento das plantas; a antecipação da aplicação do N também é importante na inclusão do arroz de terras altas no SPD.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto:** bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo, SP: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004.

## PROJETO “MARCA” : MANEJO RACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RS - “FUNDAMENTOS TEÓRICOS”

PETRINI<sup>1</sup>, J.A., GOMES<sup>2</sup>, A.da S., FAGUNDES<sup>3</sup>, P.R.R., ANDRES<sup>2</sup>, A. AZAMBUJA<sup>4</sup>, I.V.

**INTRODUÇÃO:** Durante as décadas de 1970 e 1980 vários Sistemas de Produção foram propostos aos agricultores, em nível mundial, enfocando o uso de tecnologias como uma ferramenta para o aumento da produtividade. No Brasil, a Embrapa liderou este procedimento. Para o arroz foram apresentados sistemas de produção por regiões orizícolas e com níveis de produtividade diferenciados. No RS, estes Sistemas de Produção previam rendimentos máximos de 5,7 t ha<sup>-1</sup>, e o enfoque estava centrado na produtividade (Embrapa, 1974; 1975 ab).

Atualmente, o potencial médio de produtividade das cultivares de arroz irrigado utilizadas no Rio Grande do Sul é de 10,0 t ha<sup>-1</sup>. Todavia, nas últimas safras, a lavoura apresentou uma produtividade média em torno de 5,0 t ha<sup>-1</sup>, variando de 4,4 t ha<sup>-1</sup>, na safra 1997/98 a 6,1 t ha<sup>-1</sup>, na safra 2003/04 (IRGA, 2004-Projeto 10). No RS uma grande percentagem de orizicultores (31%) não atinge níveis satisfatórios de produtividade e de rentabilidade em suas lavouras, com produtividades menores que 5,0 t ha<sup>-1</sup> (IRGA, 2003). Este baixo desempenho, via de regra, está associado ao baixo uso de tecnologias e ou à aplicação destas de modo inadequado. Ademais, constata-se no RS grandes lacunas de produtividade quando se estabelecem comparações entre produtividades de arroz obtidas por produtores mais tecnicizados e a média geral observada no Estado.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 3275 8477. petrini@cpact.embrapa.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, RS.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, RS.

<sup>4</sup>Economista, Graduada em Ciências Econômicas, Embrapa Clima Temperado, RS.

Mais recentemente, outras preocupações vêm sendo levantadas pelos componentes da cadeia produtiva do arroz, como a qualidade do grão de arroz e dos ecossistemas onde este grão é produzido. Todavia, a maior preocupação no momento diz respeito à rentabilidade da lavoura de arroz, visto que o setor orizícola do País, notadamente o da Região Sul, vem passando por enormes dificuldades, relacionadas, principalmente, a problemas de mercado (preço e demanda). Esta situação requer que sejam exercidas, além de políticas governamentais mais ajustadas ao setor e a agregação de valores ao produto final, a utilização de técnicas de manejo mais racional da cultura, de forma que a cultivar de arroz utilizada possa expressar seu potencial produtivo e, com isso, concorrer para a melhoria da relação custo/benefício do sistema de produção.

Entre as várias razões que estabelecem um descompasso entre as produtividades médias obtidas no Estado e aquelas conseguidas pelos produtores tecnificados (lacunas de produtividade), destaca-se a baixa eficiência do processo de transferência de tecnologias.

A Embrapa Clima Temperado, ciente da problemática por que vem passando o setor orizícola, e da debilidade do processo de transferência de tecnologias no RS, implementou e vem desenvolvendo um projeto de transferência de tecnologias denominado "**Projeto MARCA**", cuja sigla significa **Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado**, e tem como objetivo geral contribuir para que as lavouras de arroz do RS se tornem eficientes, competitivas e rentáveis, através da utilização de cultivares de arroz de alto potencial produtivo, com maior estabilidade de produção, e de técnicas de manejo aplicadas de modo racional e integrado e que não comprometam a qualidade ambiental.

Mais especificamente, o "Projeto MARCA" busca promover a integração entre os diferentes componentes da cadeia produtiva do arroz, centrada na potencialização do desenvolvimento e transferência de tecnologia; a utilização racional e integrada de técnicas de manejo relacionadas à planta, ao solo, à água e ao clima; a diversificação de sistemas de produção, com base no uso sustentável das várzeas; a melhoria da qualidade ambiental, centrada na otimização do uso de insumos e processos; e o gerenciamento técnico-operacional das empresas orizícolas, através do processo de análise dos problemas e tomada de decisão (GOMES et al, 2004 b).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para implementação do "MARCA" vem sendo exercitada a estratégia de parceria envolvendo produtores, técnicos, pesquisadores, extensionistas rurais, empresas privadas, indústria e outros segmentos da cadeia produtiva do arroz irrigado. No desenvolvimento desta estratégia são consideradas três etapas básicas: a) **transferência de tecnologias**, onde o estoque de tecnologias disponível é transferido aos produtores das diferentes regiões do Estado, de forma que atenda as peculiaridades regionais, com foco no incremento da rentabilidade do agronegócio e na sustentabilidade social e ambiental; b) **identificação de impedimentos à expressão da eficiência do sistema produtivo**, que objetiva, através do monitoramento e acompanhamento da lavoura, identificar práticas e processos inadequados à expressão da eficiência do sistema produtivo e c) **geração e adaptação de tecnologias**, que visa o desenvolvimento de tecnologias com potencial para a solução dos problemas identificados. Estas devem concorrer para a redução de dependência de componentes externos menos prejudiciais ao ambiente, considerando a eficácia do agronegócio.

Para o atendimento dos objetivos propostos, o "Projeto Marca" tem como estratégias a implantação e o monitoramento de unidades demonstrativas, nas macrorregiões agroecológicas do RS: Litoral Sul (Santa Vitória do Palmar até Tapes), Litoral Norte (Barra do Ribeiro até Torres, incluindo Tavares e Mostardas), Depressão Central, Campanha e Fronteira Oeste (GOMES et al, 2004 a). As atividades em desenvolvimento se caracterizam por: **a) Ações Compartilhadas:** para a conscientização necessária à execução do projeto desenvolvem-se ações compartilhadas com orizicultores, pesquisadores, técnicos, empresas privadas fornecedoras de insumos,

indústrias do arroz e outros componentes da cadeia produtiva, visando a atualização técnica, educação ambiental, organização de grupos de estudo e criação de fóruns para debate e negociação. São realizados, ainda, Workshops, visitas técnicas e treinamentos de técnicos, produtores e trabalhadores rurais, previamente identificados, em temas como métodos de diagnóstico rápido, manejo de propriedades rurais, análise de informações climáticas, gerenciamento empresarial, pesquisa participativa, qualidade ambiental, enfoque sistêmico, manutenção e regulação de equipamentos, agricultura de precisão, irrigação e drenagem, nutrição de plantas, manejo integrado de pragas (MIP), manejo pós-colheita, etc. Os produtores de referência para a validação do modelo (projeto), atuam como experimentadores, com orientação metodológica dos técnicos, complementando e retroalimentando as ações conduzidas nos Centros de Pesquisa. Devem ser inovadores, receptivos às mudanças e integrados à comunidade, e ainda, aceitar os técnicos como agentes facilitadores dos processos de transição e modificação de suas propriedades. As áreas de demonstração devem representar a realidade dos produtores e, estarem localizadas em propriedades de referência das diferentes macroregiões agroecológicas.

Os produtores de referência devem concordar em compartilhar os conhecimentos assimilados ou desenvolvidos, encorajando outros a transformarem suas propriedades, seguindo, quando possível, o modelo das propriedades de referência. A equipe técnica da Embrapa Clima Temperado e de outras empresas que compõem o projeto, proporciona novas oportunidades, o entendimento e a aproximação dos parceiros; **b) Enfoque Tecnológico:** o "Projeto Marca" atua objetivamente na recomendação de Tecnologias, como a recomendação de cultivares de arroz irrigado, considerando os aspectos regionais de clima e de solo; a recomendação das técnicas de manejo racional e integrado preconizadas pela Embrapa, bem como na reavaliação destas, a cada ciclo da cultura (novas ações de pesquisa); **c) Monitoramento da Lavoura:** o projeto considera o acompanhamento da lavoura, desde a implantação das tecnologias-chave preconizadas pela Embrapa até obtenção dos resultados esperados pelo produtor, como um procedimento fundamental para o alcance dos objetivos propostos.

O desenvolvimento do projeto está embasado na utilização das últimas recomendações tecnológicas, entre as quais estão incluídas as denominadas **tecnologias-chave**, as quais são consideradas as mais importantes no sentido da obtenção consciente de altas produtividades, com maior rentabilidade e qualidade ambiental. Portanto, devem merecer atenção particular dos produtores. Estas tecnologias-chave compreendem: estruturação e sistematização da lavoura; preparo antecipado do solo; época de semeadura; densidade de semeadura; adubação; controle de plantas daninhas; manejo da água; diferenciação da panícula e colheita.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O projeto, na safra 2004/05, organizou uma rede de propriedades de referência que cultivam arroz nas diferentes regiões produtoras do RS, a fim de validar as tecnologias-chave recomendadas pela Embrapa Clima Temperado, nas quais foram introduzidas, na safra 2005/06, medidas corretivas em função do monitoramento e da análise das atividades de manejo da cultura. Os resultados nas áreas demonstrativas apresentaram produtividades de no mínimo 20% acima da média da região considerada. Desta forma, pretende-se que os produtores referenciais de cada região orizícola do RS adotem de modo racional e integrado as tecnologias-chave recomendadas pelo Projeto Marca. Foram realizados Dias de Campo, palestras e treinamentos para produtores e profissionais da assistência técnica pública e privada, e espera-se que estes tornem-se multiplicadores dos conhecimentos disponibilizados.

**CONCLUSÃO:** Estima-se, para os próximos 03 anos, redução significativa da percentagem de produtores de arroz irrigado que obtêm produtividades de grãos de 5,0 t/ha, e que o desempenho produtivo alcance cerca de 20% acima da média atual das regiões onde estes estejam inseridos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. **Pacotes tecnológicos para o arroz**. Pelotas, 1974. 47p. (Embrapa. Circular, 35).

EMBRAPA. **Sistemas de produção para a cultura do arroz**. Pelotas, 1975 a.26p. (Embrapa. Circular, 35).

EMBRAPA. **Sistemas de produção para a cultura do arroz**. Pelotas, 1975 b. 25p. (Embrapa. Circular, 36).

GOMES, A DA S. , MAGALHÃES JÚNIOR, A M. DE. -Ed. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil** – Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica , 2004 a. 899 p.

GOMES, A. DA S. , PETRINI, J. A , FAGUNDES, P. R. R. -Ed. **Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado “ Programa Marca”** – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004 b. 203 p.

IRGA. Caracterização da lavoura de arroz irrigado, safra 2003/2004. Censo 2003/04. Disponível: <http://www.irga.rs.gov.br/publicações.html> (5 ago.2005).

PROJETO 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz no RS/ Valmir Menezes,coord.; Vera R.M.Macedo e Ibanor Anghinoni – Cachoeirinha : IRGA. Divisão de Pesquisa, 2004, 32p.

## PROJETO “MARCA” : MANEJO RACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RS - “TECNOLOGIAS – CHAVE”

PETRINI<sup>1</sup>, J.A., GOMES<sup>2</sup>, A.da S., FAGUNDES<sup>3</sup>, P.R.R., ANDRES<sup>2</sup>,A. AZAMBUJA<sup>4</sup>, I.V., MAGALHÃES JR.<sup>2</sup>, A. de, STEINMETZ<sup>3</sup>, S., SCIVITTARO<sup>3</sup>, W. B., FRANCO<sup>2</sup>, D. F., MATTOS<sup>3</sup>, M. L., PARFITT<sup>2</sup>, J.M.B., SILVA<sup>2</sup>, C.A.

**INTRODUÇÃO:** Incrementos significativos no potencial de produtividade do arroz irrigado, como de outras culturas, têm sido obtidos através de modificações no tipo de planta e do emprego adequado de novas técnicas de manejo. Atualmente, o potencial médio de produtividade das cultivares de arroz irrigado mais utilizadas no Rio Grande do Sul é de 10,0 t ha<sup>-1</sup>. Todavia, nas últimas safras, a lavoura apresentou uma produtividade média em torno de 5,0 t ha<sup>-1</sup>, variando de 4,4 t ha<sup>-1</sup> na safra 1997/98 a 6,1 t ha<sup>-1</sup> na safra 2003/04. No RS uma grande percentagem dos orizicultores (31%) não atinge níveis satisfatórios de produtividade e rentabilidade em suas lavouras, com valores menores que 5,0 t ha<sup>-1</sup> (IRGA, 2003). Este baixo desempenho, via de regra, está associado ao baixo uso de tecnologias e ou à aplicação destas de modo inadequado. Ademais, constata-se no RS grandes lacunas de produtividade quando se estabelecem comparações entre produtividades de arroz obtidas por produtores “top” e a média geral observada no Estado.

A redução drástica de subsídios à agricultura brasileira, a concorrência do arroz produzido em outros países, notadamente no Mercosul, na Ásia e nos Estados Unidos, fomentada pela oscilação interna do câmbio e pela inexistência de uma política agrícola de longo prazo, com regras claras, determinou um novo desafio à cadeia orizícola gaúcha. Os agricultores buscam sistemas de cultivo produtivos, que tenham menor custo de produção e que proporcionem grãos com melhor qualidade. Os consumidores cobram produtos de alta qualidade de cocção, de melhor sabor e mais nutritivos, de boa apresentação e com preços acessíveis.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone (53) 3275 8477. [petrini@cpact.embrapa.br](mailto:petrini@cpact.embrapa.br).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Clima Temperado, RS. <sup>4</sup> Economista, Graduada em Ciências Econômicas, Embrapa Clima Temperado, RS.

Neste contexto, os agricultores têm priorizado a busca da máxima produtividade, esquecendo-se, por vezes, que a rentabilidade do negócio orizícola está diretamente relacionada ao seu planejamento técnico e econômico.

O Projeto “Marca” (**Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado**) proposto pela Embrapa Clima Temperado, preconiza a aplicação adequada de soluções técnicas eficientes para uma dada situação de produção, resultando em maior produtividade e eficácia, sob o ponto de vista de rentabilidade.

Existem importantes preocupações para o segmento orizícola gaúcho, como: rentabilidade insatisfatória da lavoura arrozeira; instabilidade da produtividade; lacunas e variabilidade nas faixas de produtividade; monitoramento deficiente da cultura; variabilidade na aplicação de práticas de manejo e de insumos; reduzida integração entre os componentes da cadeia produtiva do arroz irrigado e a pouco conhecida sustentabilidade ambiental do ecossistema de várzeas.

A maior preocupação no momento diz respeito à rentabilidade da lavoura de arroz, visto que o setor orizícola do País, notadamente o da Região Sul, vem passando por enormes dificuldades, relacionadas, principalmente, a problemas de mercado (preço e demanda). Esta situação requer que sejam exercidas, além de políticas governamentais mais ajustadas ao setor e a agregação de valores ao produto final, a utilização de técnicas de manejo mais racional da cultura, de forma que a cultivar de arroz utilizada possa expressar seu potencial produtivo e, com isso, concorrer para a melhoria da relação custo/benefício do sistema de produção.

A Embrapa Clima Temperado implementou o projeto, denominado “Projeto MARCA” que tem como objetivo geral contribuir para que as lavouras de arroz do RS se tornem eficientes, competitivas e rentáveis, através da utilização de cultivares de arroz de alto potencial produtivo, com maior estabilidade de produção, e de técnicas de manejo aplicadas de modo racional e integrado e que não comprometam a qualidade ambiental.

Mais especificamente, o “Projeto MARCA” busca promover a integração entre os diferentes atores da cadeia produtiva do arroz, centrada na potencialização do desenvolvimento e transferência de tecnologia, a utilização racional e integrada de técnicas de manejo relacionadas à planta, ao solo, à água e ao clima; a diversificação de sistemas de produção, com base no uso sustentável das várzeas; a melhoria da qualidade ambiental, centrada na otimização do uso de insumos e processos; e o gerenciamento técnico-operacional das empresas orizícolas, tendo como referência o processo de análise dos problemas e tomada de decisão (GOMES et al, 2004 b).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O desenvolvimento do projeto está embasado na utilização das últimas recomendações tecnológicas, entre as quais estão incluídas as denominadas **tecnologias-chave**, sendo estas consideradas as mais importantes no sentido da obtenção consciente de altas produtividades, com maior rentabilidade e qualidade ambiental. A síntese das tecnologias-chave preconizadas pela Embrapa Clima Temperado que compreendem o Projeto Marca (GOMES et al, 2004 b) são: **a) estruturação da área da lavoura** - prevê a sistematização da superfície do solo de modo a favorecer o manejo da água, garantindo uma altura da lâmina de água uniforme em toda lavoura e a efetividade das demais práticas culturais, bem como a demarcação de estradas e canais de modo a facilitar as operações de execução da lavoura; **b) preparo prévio da área** - preconiza a preparação da área, de preferência no verão anterior à implantação da lavoura, de forma a viabilizar a utilização do plantio direto ou cultivo mínimo na época de semeadura adequada. As taipas, de base larga, devem ser demarcadas e construídas previamente; **c) época de semeadura** - deve ser realizada de modo que a diferenciação da panícula (DP) ocorra até 01 de janeiro. Com base no zoneamento agroecológico para as diferentes regiões orizícolas do RS foram estabelecidos oito grandes grupos de períodos de semeadura, sendo quatro para cultivares de ciclo médio e quatro para cultivares de ciclo precoce. Para as cultivares de ciclo médio, a semeadura deverá

ser realizada de 21 de setembro a 20 de novembro nas regiões mais quentes, e de 21 de outubro a 20 de novembro nas regiões mais frias. Para as cultivares de ciclo precoce, para essas mesmas regiões, esse período varia, respectivamente, de 11 de outubro a 10 de dezembro e de 01 a 30 de novembro; **d) densidade de semeadura** - deve possibilitar o estande de 200 a 300 plantas m<sup>-2</sup> assegurando a cobertura uniforme de 100% da área. Para isto, a quantidade de semente a ser utilizada pelo produtor será de 120 a 150 kg ha<sup>-1</sup> dependendo da % de germinação das sementes, a qual, recomenda-se que deve ser da classe certificada. **e) adubação** - recomenda-se a aplicação de fertilizantes NPK, de acordo com a ROLAS, baseada na análise do solo. O nitrogênio em cobertura deverá ser parcelado: uma aplicação no estágio de 4-5 folhas (início do perfilhamento), em solo seco, procedendo-se a submersão do solo até 72 horas, e a outra na diferenciação da panícula (DP), sobre lâmina de água não circulante. Quando a dose de N recomendada for igual ou inferior a 50 kg ha<sup>-1</sup>, a adubação em cobertura deverá ser realizada na fase de diferenciação da panícula; **f) controle de plantas daninhas** - recomenda-se a aplicação de produtos com maior poder residual em pré-emergência e produtos em pós-emergência conforme a recomendação técnica que possibilitem um controle efetivo das plantas daninhas. Aplicar somente agrotóxicos registrados para controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado; **g) manejo da água** - manter uma altura de lâmina de água na lavoura de aproximadamente 10 cm. Na microsporogênese (fase de emborrachamento - 55 a 65 dias após a emergência do arroz) elevar a lâmina de água para um mínimo de 15 cm por 15 a 20 dias, em regiões com problema de frio. A entrada de água na lavoura deve ocorrer até 30 dias após a emergência das plântulas (estágios V4 e V5). O produtor será orientado para a racionalização do uso da água em lavouras de arroz irrigado, bem como para não drenar a lavoura de arroz antes dos 30 dias após a aplicação de agrotóxicos. A supressão do fornecimento de água à lavoura de arroz deverá ocorrer a partir de 10 dias após as plantas estarem com 80% na floração. Este procedimento visa reduzir a quantidade de água utilizada, os problemas relacionados à retirada da produção da lavoura e de degradação do solo; **h) diferenciação da panícula** - os produtores devem observar a identificação do estágio de diferenciação da panícula a fim de garantir a efetividade da adubação de cobertura, pois esta é a fase indicada para a aplicação. A DP pode ser identificada facilmente pelo início do alongamento dos nós da planta; **i) colheita** - deve ser realizada tão cedo quanto possível, após a maturação fisiológica, com umidade do grão variando entre 18 e 23%. Entre as grandes lavouras de grãos de verão, o arroz é o que apresenta maiores perdas, chegando a 22%, do total da produção. A secagem dos grãos deverá ser iniciada logo após a colheita ou, no máximo, até 24 horas após. Isso não sendo possível, é importante pré-limpar, aerar e/ou pré-secar o arroz, mantendo-o sob aeração constante até a secagem. É importante não deixar os grãos úmidos na moega, sem aeração, por período superior a 12-24 horas. Cultivares com maior suscetibilidade ao trincamento de grão em pré-colheita deverão ser colhidas prioritariamente, não deixando atingir umidade do grão abaixo de 18%. O rendimento de grãos deve ser monitorado constantemente verificando a eficácia dos métodos de controle do trincamento.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O acompanhamento destas tecnologias-chave aplicadas nas áreas demonstrativas, possibilitou constatar a existência de variações nos parâmetros e práticas envolvidos no manejo da cultura, mesmo entre lavouras cultivadas sobre agroecossistemas semelhantes e num mesmo sistema de cultivo. Estas variações, responsáveis, muitas vezes, pelas baixas produtividades observadas, decorrem da interpretação e aplicação inadequadas das técnicas de manejo recomendadas.

O projeto foi viabilizado através da organização de uma rede de propriedades de referência, a fim de validar as tecnologias-chave recomendadas pela Embrapa Clima Temperado. Nestas áreas foram introduzidas medidas corretivas em função do monitoramento, da análise das atividades de manejo e da interpretação dos resultados obtidos.

Com o projeto Marca aumentou-se a produtividade de grãos de arroz irrigado, no mínimo, 20% acima da média das regiões Sul e Campanha do RS, com maior rentabilidade e com maior qualidade ambiental. A média de produtividade de arroz irrigado no Sul do RS foi de



5,6 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que com as recomendações do projeto Marca obteve-se a média de 7,0 t ha<sup>-1</sup>. Na região da Campanha do RS a média obtida foi de 6,5 t ha<sup>-1</sup>, sendo que a média das áreas do projeto Marca foi de 8,7 t ha<sup>-1</sup>.

**CONCLUSÃO:** Com base nos dados obtidos no primeiro ano de execução do Projeto Marca é possível concluir que com o manejo racional da cultura de arroz irrigado pode-se obter melhoria na relação custo/benefício.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, A DA S. , MAGALHÃES JÚNIOR, A M. DE. (Ed.) **Arroz Irrigado no Sul do Brasil** – Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica , 2004 a. 899 p.

GOMES, A. DA S. , PETRINI, J. A, FAGUNDES, P. R. R. (Ed.) **Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado “ Programa Marca”** – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004 b. 203 p.

IRGA. Caracterização da lavoura de arroz irrigado, safra 2003/2004. Censo 2003/04. Disponível: <http://www.irga.rs.gov.br/publicações.html> (5 ago.2005).

## NÍTRATO E AMÔNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

GUIMARÃES<sup>1</sup>, C. M.; STONE<sup>2</sup>, L. F.; RODRIGUES<sup>3</sup>, C.A.P.

**INTRODUÇÃO:** O arroz de terras altas, ao contrário de muitas outras culturas, desenvolve-se melhor nas “terras novas”, devendo ser substituído a cada dois anos por outra cultura ou deixar a área em pousio. Algumas hipóteses tentam explicar o fato, como alelopatia, aumento da incidência de pragas, notadamente cupins, e degradação química do solo. Conforme a revisão apresentada por Guimarães & Bevitoni (1999), a hipótese da causa ser os ácidos fênolicos, excretados pelo sistema radicular do arroz, tem pouca consistência, pois esses são degradados pela atividade microbiana, como também, lixiviados. São bastantes as evidências do aumento dos cupins fitófagos nas monoculturas do arroz de terras altas, entretanto isso não é suficiente para explicar o agravamento dos sintomas da “doença do solo”, conforme definido por Ventura et al. (1984), com a intensificação do cultivo do arroz de terras altas durante anos após anos na mesma área. Por outro lado, sabe-se que a aeração do solo aumenta sua aeração, pelo aumento da sua macroporosidade, o que intensifica a atividade microbiana aeróbica, aquela que atua diretamente sobre o nitrogênio amoniacal, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, produzido através da amonificação, por microrganismos não específicos, tanto aeróbicos como anaeróbicos. A oxidação do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a nitrogênio nítrico, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ocorre em dois passos; a nitrificação, pelas bactérias do gênero Nitrosomonas e a nitratação, pelas bactérias do gênero Nitrobacter. Há de se considerar que os processos, tanto de amonificação como de nitrificação, são muito ativos no primeiro ano de cultivo na “terra nova”, resultando em altas produtividades, diminuindo de intensidade nos anos subsequentes pela redução da matéria orgânica facilmente oxidável presente no solo, resultando em produtividade de grãos não rentável economicamente. Esse processo, muitas vezes, pode ser revertido com a aplicação de N (Soares, 2004), principalmente, na forma amoniacal. Explica-se o fato pela planta de arroz ser ineficiente na redução do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, principalmente na sua fase inicial de desenvolvimento. O processo é agravado por demandar energia e competir por essa na redução do CO<sub>2</sub>, principalmente, nos dias de baixa intensidade luminosa. Considerando-se o exposto, conduziu-se este trabalho para verificar o efeito do N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e do N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no crescimento de plantas de arroz de terras altas.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone: (62) 3533-2178, [cleber@cnpaf.embrapa.br](mailto:cleber@cnpaf.embrapa.br).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Estagiária do CNPq, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Avaliou-se o arroz de terras altas, cv. Primavera, em solos originariamente sob monocultura de arroz, soja e pastagem, em vasos plásticos, sob condições de casa de vegetação. As plantas cultivadas nos três solos foram ainda submetidas a quatro tratamentos: 1) sem N, 2) com  $\text{N-NO}_3^-$ , 3) com  $\text{N-NH}_4^+$ , e 4) Com  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\text{N-NH}_4^+$ . Esses foram supridos às plantas através de solução nutritiva, em vasos de polietileno pretos especialmente preparados, que viabilizou simultaneamente o cultivo de plantas em solo e em solução nutritiva aerada de parte do sistema radicular. As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de plástico com areia esterilizada. Ap s oito dias, as plântulas, selecionadas quanto à uniformidade do sistema radicular e dossel, foram transplantadas para os vasos. Usou-se a solução nutritiva de Yoshida et al. (1972) modificada para conter as concentrações de ions nitrato e amônio para atender aos objetivos do experimento. O pH das solução nutritiva foi inicialmente padronizado em 4,0 e mantido pr ximo desse valor durante a condução do experimento pela adição de HCl 0,1N ou NaOH 0,1 N. Avaliou-se, durante a fase inicial de desenvolvimento das plantas, o crescimento da parte aérea.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Verificou-se que as plantas de arroz cultivadas no solo sob monocultura de arroz, além de menos desenvolvidas que as cultivadas nos solos de pastagem e soja (Figura 1), apresentaram clorose, confirmando observações anteriores quanto à não adaptação do arroz de terras altas à monocultura (Guimarães & Yokoyama, 1998). Verificou-se também que o  $\text{N-NH}_4^+$ , comparativamente ao  $\text{N-NO}_3^-$ , aumentou mais intensamente o desenvolvimento das plantas de arroz de terras altas, cultivadas no solo sob monocultura de arroz e no sob pastagem, entretanto o efeito do  $\text{N-NO}_3^-$  foi semelhante ao observado pelo  $\text{N-NH}_4^+$  nas plantas de arroz cultivadas no solo sob soja, certamente por apresentar maior estoque de N orgânico facilmente mineralizável à  $\text{N-NH}_4^+$ .



**Fig. 1.** Efeito do  $\text{N-NO}_3^-$  e do  $\text{N-NH}_4^+$  no desenvolvimento vegetativo do arroz de terras altas, cv Primavera, cultivado em solos, originalmente sob monocultura de arroz, pastagem e soja.

Conforme Below (2002), o  $\text{N-NH}_4^+$ , além de ser menos sujeito à perdas de N por lixiviação ou desnitrificação, melhora o desempenho das plantas. Por outro lado, a planta de arroz, apesar de absorver indistintamente tanto o  $\text{N-NO}_3^-$  como o  $\text{N-NH}_4^+$  (Fageria, 1984), pode apresentar, nas duas ou três primeiras semanas de vida, quando cultivado em ambiente de baixa concentração de  $\text{N-NH}_4^+$ , sintomas de deficiência de N (Malavolta, 1980), por apresentar baixa atividade da nitrato redutase (Soares, 2004), a enzima que catalisa a redução do  $\text{N-NO}_3^-$  a  $\text{N-NH}_4^+$  e viabiliza o aproveitamento do N pela planta. Os sintomas, contudo, podem desaparecer com o desenvolvimento da planta, caracterizando o aumento da atividade da nitrato redutase. A maior eficiência do  $\text{N-NH}_4^+$  na nutrição de plantas também foi observada em milho, pois foram observadas maiores e consistentes aumentos de produtividade, 12-14%, em plantas cultivadas em solução mista,  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\text{N-NH}_4^+$ , comparativamente àquelas cultivadas em solução com apenas  $\text{N-NO}_3^-$  (Below, 2002). Sugere-se que a planta de arroz, de origem hidr fila, portanto de ambiente anaer bico, com maior concentração do  $\text{N-NH}_4^+$ , não apresenta alta atividade da nitrato redutase durante a fase inicial (Soares, 2004). Nessa situação, a planta responde mais eficientemente à adubação de N na forma amoniacal, que é prontamente assimilável pela planta, o que confirma os resultados observados.

**CONCLUSÕES:** O arroz de terras altas não se adapta adequadamente ao solo sob monocultura de arroz. As plantas de arroz respondem mais eficientemente à aplicação do N amoniacal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELOW, F.E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações agrônomicas**, Piracicaba, N. 99, p.7-12, 2002.
- FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 341p.
- GUIMARÃES, C.M.; BEVITORI, R. O arroz em sistemas de rotação de culturas. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap. 6, p. 148-171.
- GUIMARÃES, C.M.; YOKOYAMA, L.P. O arroz em rotação com soja. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. (Eds.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.19-24.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- SOARES, A. A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. **Informe Agropecuário**. V.25, N.222, p.61-69, 2004.
- VENTURA, W.; WATANABE, I.; KIMADA, H.; NISHIO, M.; DE LA CRUZ, A.;
- CASTILLO, M. **Soil sickness caused by continuous cropping of upland rice, mungbean and other crops**. Manila: IRRI, 1984. 13p. (IRRI. Research Paper Series, 99).
- YOSHIDA, S.; FENO, D.A.; COCK, J.H.; GOMES, K.A. **Laboratory manual for physiological studies of rice**. Phillipines, IRRI, 1972. P. 54-57.

## CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE CALIDAD DE ARROCES ESPECIALES CULTIVADOS EN DOS NIVELES DE FERTILIDAD

VIDAL<sup>1</sup>, AA; BEZUS<sup>1</sup>, R., PINCIROLI<sup>1</sup>, M., MAIALE<sup>1</sup>, S.

**INTRODUCCIÓN:** Pueden definirse como arroces especiales a aquellos cultivares con al menos una característica diferencial respecto del arroz tradicional. ( Chaudhary y Tran, 2001). Los arroces especiales mostraron un incremento en producción y consumo en diversos países en la década del 90. Estos arroces encuentran su nicho a partir de la preferencia por productos alternativos de alta calidad ( Sombilla y Hossain, 2001) . El desarrollo de estas "especialidades" como alternativa a la producción de arroz tradicional, o como base para la industrialización de nuevos productos podría mejorar la situación del sector productivo frente a oscilaciones del mercado.

Para lograr el desarrollo de estos arroces, es necesario contar con genotipos de calidad especial que permitan obtener productividades que sean semejantes o superiores a los rendimientos promedio zonales que se ubican en los 6000 Kg./ha. (Unaram, 2005). La fertilización nitrogenada es una práctica común que permite incrementar los rendimientos de grano y se han determinado diferencias en la respuesta a la aplicación de nitrógeno según el cultivar utilizado. Por otro lado existe poca información acerca del efecto de la fertilización

<sup>1</sup>Programa Arroz, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Cc. 31 1900 Argentina. avidal@ceres.agro.unlp.edu.ar. Te. (54)0221-4507991

sobre parámetros de calidad en arroces especiales, aunque numerosos trabajos reportan diferencias en los rendimientos al molino, transparencia del grano y proteína en genotipos de calidades tradicionales (Borrel et al, 1999; Bezus, et al 2005 ).

El Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias, viene desarrollando experiencias con genotipos seleccionados por características de calidad especial en el sur de la provincia de Entre Ríos (Argentina). El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar en aspectos productivos y de calidad algunos genotipos de arroces especiales producidos bajo dos niveles de fertilidad.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se implantó un ensayo durante la campaña 2004/05 en la localidad de Urdinarrain (Argentina). Se utilizaron 6 genotipos con características diferenciales: a) tipo largo ancho H329-5 (H-329), Yerua P.A. (Y), b) de alto contenido proteico y tipo largo fino Nutriar FCAyC (N), c) glutinosos carolina H399-1 (H-399), d) largo ancho glutinoso H-397-6-1 (H397), y e) aromático largo fino La Candelaria F.A. (LC). Se establecieron dos niveles de fertilidad que corresponden a 0 y 50 Kg. de N/ha aplicados en forma de Urea granular (46-0-0). Los tratamientos fueron una combinación factorial de 6 cultivares y dos niveles de fertilización. Se utilizó un diseño en bloques al azar con parcelas divididas y tres repeticiones, asignándole a la parcela principal el genotipo y a la subparcela el nivel de fertilidad. El suelo donde se instaló la experiencia mostró un 3,5 % de materia orgánica, 0,20 % de N total, 9 ppm de P y un pH de 5,4. La siembra se realizó con una densidad de 350 semillas/m<sup>2</sup>, en parcelas de 9,6m.<sup>2</sup>. Todo el ensayo recibió 60 kg. de fosfato diamónico antes de la siembra, el cual fue incorporado. Se condujo bajo riego tradicional y se aplicó bispyribac-sodio para el control de malezas. Se cosechó y trilló manualmente, los granos fueron secados en estufa a 41 °C hasta una humedad de 13,5%. Se determinaron los siguientes parámetros: Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>), rendimiento industrial (% de grano entero y total), % panza blanca, % de N (micro Kjeldahl AACC, 1983), contenido proteico (N x 5,95), % de amilosa (Juliano 1974) y álcali test (Little y col. 1958).

**RESULTADOS Y DISCUSION:** No se observó interacción entre genotipo y fertilidad para los rendimientos (Tabla 1). Los genotipos mostraron rendimientos que pueden ser considerados altos, salvo LC y H399. De los genotipos más rendidores solo N no corresponde al tipo largo ancho. Estos últimos han sido seleccionados en el Programa Arroz en lo referente a su capacidad productiva, siendo en las características de calidad donde se puso mayor énfasis en la variedad LC. No se observó un incremento significativo en el rendimiento por la aplicación del fertilizante. La fertilización no modificó el ciclo de los genotipos medido a panojamiento. El bajo nivel de respuesta podría explicarse por los altos rendimientos alcanzados en los tratamientos sin fertilizante.

**Tabla 1.** Rendimiento y ciclo de los genotipos evaluados.

<i>Genotipo</i>	<i>Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>)</i>	<i>Ciclo (días)</i>
H 329	9919 a	106
Y	9238 ab	101
N	7890 abc	98
H 397	7775 abc	109
H 399	7533 bc	99
LC	5797 c	109
Dosis de N (Kkg.N.ha <sup>-1</sup> )		
0	7846,1 a	
50	8205,0 a	
Interacción genotipo x fertilidad		Ns
CV%		4,94

Letras distintas en la columna expresan diferencias significativas (Tuckey,  $p < 0,05$ ).

Se observó interacción genotipo x fertilidad en todos los parámetros de calidad evaluados. La fertilización nitrogenada incrementó los rendimientos de grano total en LC y H397 (Tabla

2); en cambio, los valores de grano entero aumentaron en el primero y disminuyeron en el segundo. Los altos valores de grano quebrado registrados en H397 se corresponden con la característica de tipo glutinoso y puede estar acentuado en este caso por la forma y la biometría de grano.

**Tabla 2.** Parámetros de calidad industrial de los genotipos evaluados.

Dosis de N (kgN.ha <sup>-1</sup> )	G. total (%)		G.Entero (%)		P.blanca (%)	
	0	50	0	50	0	50
H 329	67,5 a	66,8 a	60,8 a	60,8 a	4,1 b	2,7 a
Y	65,5 a	64,3 a	61,2 a	61,6 a	2,8 b	4,5 a
N	65,4 a	64,7 a	59,6 a	60,8 a	1,9 a	1,8 a
H 397	60,9 b	64,2 a	44,2 a	37,0 b	-	-
H 399	65,7 a	64,9 a	58,5 a	55,8 a	-	-
LC	62,1 b	67,2 a	58,1 b	62,8 a	2,6 b	1,4 a

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (Tuckey,  $p < 0,05$ ).

La fertilización produjo una disminución en el porcentaje de panza blanca para los genotipos de grano translucido con excepción de Y. La fertilización nitrogenada no marcó diferencias en la temperatura de gelatinización del almidón (medida por el valor de alcali-test) salvo en LC que se diferencia por tener alta temperatura de gelatinización, la cual disminuyó en los tratamientos fertilizados (tabla 3). Estas diferencias en los comportamientos de los genotipos pueden ser atribuibles a una cuestión metodológica.

El contenido de amilosa solo se incrementó por la fertilización en la línea H329 lo que podría mejorar su comportamiento en la cocción.

**Tabla 3.** Parámetros físico-químicos de calidad para los genotipos evaluado en las dosis de N aplicadas.

Dosis de N (kgN.ha <sup>-1</sup> )	Alkali-test		Amilosa (%)		Proteína (%)	
	0	50	0	50	0	50
H 329	5,0	5,3	18,7 b	21,7 a	8,4 a	8,5 a
Y	6,0	6,0	19,0 a	19,0 a	7,5 a	8,0 a
N	6,0	6,0	14,9 a	13,3 a	10,0 a	10,3 a
H 397	6,0	6,0	1,6 a	0,6 a	7,6 a	7,5 a
H 399	5,8	6,0	1,1 a	0,9 a	8,4 a	7,6 b
LC	3,2	3,7	25,9 a	25,9 a	8,5 a	8,8 a

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (Tuckey,  $p < 0,05$ ).

Con respecto al contenido de proteína en grano, solo disminuyó en el genotipo de grano glutinoso H399. La variedad N mostró valores superiores de contenido proteico aunque inferiores a los obtenidos en otras campañas. Los altos valores de rendimiento podrían haber determinado una menor capacidad de acumulación de proteína en el grano.

**CONCLUSIONES:** se observaron valores de productividad altos que harían viable la producción de estos genotipos de arroces especiales.

No se encontró respuesta de rendimiento por la aplicación de nitrógeno posiblemente debido a la buena fertilidad del lote de la experiencia y a las condiciones de selección de los genotipos.

Los parámetros de calidad evaluados mostraron escasa variación debido a la aplicación de nitrógeno aunque en algunos casos de relevancia para la determinación de la calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZUS, R., VIDAL, A.A., PINCIROLI, M. y MAIALE, S. Rendimiento y calidad de grano en genotipos de diferente ciclo con dos niveles de fertilidad en la zona productora sur de Entre Ríos. En: Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado., Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 26., 2005, Santa María. **Anais vol. I** Santa María: UFSM-SOSBAI, 2005. v. 1, .p. 462-463.

BORREL, A.K., GARSIDE, A.L., FUKAI, S., REID, D.J. Grain quality of flooded rice is affected by season, nitrogen rate, and plant type. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 50, n.8, p. 1399-1408, 1999.

UNARAM, I. **Indicadores del sector arrocero**. Diponible en: <<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/estimacionesagricolas/granos/arrozhtm>>. Acceso 17 de marzo 2006.

CHAUDHARY, R.C., TRAN D.V. Speciality rices of the world: a prologue. In: FAO ( Ed). Speciality rices of the world.. Rome. 2001. Pp 3-12.

SOMBILLA, M.A., HOSSAIN, M.. Economics of the production and marketing of speciality rices: recent trends and implication for technology development. . In: FAO ( Ed). Speciality rices of the world.. Rome. 2001. Pp 347-358.

## CARACTERIZACIÓN DE AISLADOS PROTEICOS DE ARROZ DE VARIEDADES DE ALTO Y NORMAL CONTENIDO DE PROTEÍNA

PINCIROLI <sup>1</sup>, M., MARTÍNEZ <sup>2</sup>, N., BEZUS<sup>1</sup>, R., MAIALE<sup>1</sup>, S., VIDAL<sup>1</sup>, A., AÑÓN <sup>3</sup>, M.

**INTRODUCCIÓN:** El arroz constituye uno de los principales alimentos para el 60% de la población mundial, siendo la base de la alimentación en los países asiáticos donde la población tiene una tasa de crecimiento del 1,8% anual. Se está incrementando el uso de este cereal como ingrediente en geles, helados y formulaciones para bebé debido a sus propiedades hipoalérgicas y a las características de su almidón que permite la formación de pasta blanda e incolora (Chastril, 1992). Los componentes mayoritarios del endosperma del grano de arroz son el almidón (80%) y las proteínas (8%). La proteína del arroz puede ser considerada como potencial ingrediente en la preparación de alimentos por su valor nutricional y el bajo costo de subproductos como arroz partido o salvado de arroz (Agboola y col., 2005). La fracción mayoritaria, las glutelinas, de composición polipeptídica similar a las leguminas es de baja solubilidad y debe ser extraída con soluciones de pH extremo. Si bien se conoce en profundidad la estructura, ubicación y síntesis de las proteínas de arroz, es muy escasa la información acerca de sus propiedades funcionales. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las propiedades estructurales y funcionales de aislados proteicos de harinas provenientes de arroz pulido (P), integral (I) y salvado (S) de las variedades El Paso 144 (E) y Nutriar FCA y F (N), de alto y normal contenido proteico respectivamente.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se utilizaron las variedades: E de amplia difusión local y N que posee un 30 % más de proteína que el promedio de las variedades cultivadas y fue obtenida en el marco del Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de La Plata.

**Obtención de aislados.** Se realizó la extracción de proteínas a pH 12 a partir de harina de arroz pulido, integral y salvado. En todos los casos se disolvió la harina en agua destilada ajustando con NaOH 0,1N, el sobrenadante se precipitó a pH 6. Se determinó el

<sup>1</sup>Ingeniero agrónomo, Programa Arroz, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP; La Plata, Argentina. cc31.1900, e-mail: mpinciroli@ceres.agro.unlp.edu.ar Te. (54)0221-4507991.

<sup>2</sup>Doctor en química, Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA)

<sup>3</sup>Doctora en química, Investigadora Superior de CONICET.

rendimiento en la extracción por el método de Lowry. Los precipitados se re-suspendieron en agua, neutralizaron y liofilizaron. Se determinó el contenido proteico de las harinas y de los aislados por el método de Microkjeldahl (N x 5,95).

**Electroforesis en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE).** Se realizaron de acuerdo la técnica descrita por Laemmli (1970).

**Solubilidad.** Se suspendieron las muestras (1mg/mL) en sistemas buffer de pHs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 y fuerza iónica m = 50 mM, y se mantuvieron por 1 hora en agitación a temperatura ambiente. Luego de centrifugar 20 min a 15.000g se cuantificó la concentración proteica por el método de Lowry.

**Actividad espumante.** La capacidad de formar y estabilizar espumas de los aislados se determinó mediante el registro de la conductividad del líquido (Loisel y col., 1993). Las espumas se formaron por burbujeo de N<sub>2</sub> (caudal 100 ml/min) a través de 6 ml de dispersiones 1 mg proteína total/ml en buffer de pH 3 y 9. Se determinó: volumen máximo de líquido incorporado a la espuma (Vmax), indicativo de la capacidad de formar espuma, y el tiempo que tarda en drenar el 50% del volumen máximo (t<sub>1/2</sub>) como medida de la estabilidad de la espuma.

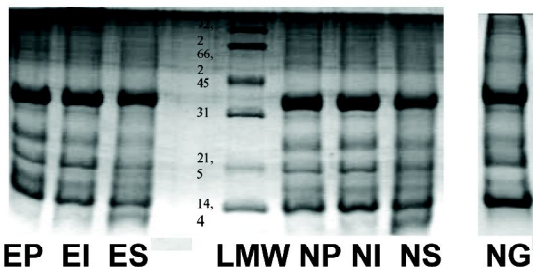
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** La Tabla 1 permite observar la superioridad de N en el contenido proteico de todas las harinas. Los valores de rendimiento en la extracción se corresponden con los porcentajes de proteína de las harinas. El contenido de proteína resultante en el aislado fue superior en las harinas de grano pulido y menor en el salvado. Esto se explicaría considerando las diferencias en el punto isoeléctrico de las proteínas constitutivas de cada una de las harinas.

**Tabla 1.** Cantidad de proteína presente en las harinas, los aislados y el rendimiento en la extracción obtenidos en las dos variedades estudiadas expresados como g de proteína/100g de muestra.

	EP	EI	ES	NP	NI	NS
% proteína de la harina	8,60 ± 0,03	9,70 ± 0,05	15,30 ± 0,01	10,4 ± 0,7	12,4 ± 0,2	17,8 ± 0,2
Rendimiento en la extracción	8,3 ± 0,6	9,6 ± 0,5	12,6 ± 0,9	10,7 ± 0,4	12,7 ± 0,4	14,4 ± 0,9
% proteína del aislado	86,0 ± 0,4	77,4 ± 0,5	60,8 ± 0,4	86,1 ± 0,9	83,3 ± 0,8	66,3 ± 0,7

Ref: EP, EI, ES aislados de la var. El Paso144: grano pulido; integral y salvado, respectivamente. NP, NI, NS aislados de la var. Nutriar: grano pulido; integral y salvado, respectivamente. Rendimiento: g proteína extraída/100g harina.

Los aislados fueron analizados mediante SDS-PAGE (Figura 1). Los seis presentaron 4 polipéptidos bien definidos entre los 40 y 14,4 kD. Estos perfiles se corresponden con la fracción glutelina extraída según Osborne y corrida en iguales condiciones (calle NG en la Figura). En el caso del salvado se observó una banda adicional de muy bajo peso molecular (10 kD), que correspondería a una mayor concentración de globulinas, ya que las mismas están preferentemente ubicadas en el embrión (Sawai and Morita, 1970).



**Fig. 1.** SDS-PAGE en condiciones reductoras de los aislados estudiados.

Ref. NG glutelina. LMW patrón de peso molecular. P, I y S corresponden a proteínas de E, N extraída de grano pulido, integral y salvado, respectivamente.

Se analiz la solubilidad de los aislados a distintos pHs obteniéndose los resultados de la Tabla 2. Los aislados ES, NS y NI mostraron un comportamiento acorde con la presencia mayoritaria de glutelinas en su composici n, con mayores solubilidades a pHs ácidos y alcalinos. Estos valores son algo inferiores a los publicados por Tang y col. (2003) en aislados de salvado de arroz. Los aislados EP, NP y EI resultaron solubles en medio ácido. En términos generales, N result más soluble que E.

**Tabla 2.** Solubilidad a diferentes pH e igual fuerza iónica de los 6 aislados estudiados, expresada como g de proteína disuelta /100 g de proteína.

PH	EP	EI	ES	NP	NI	NS
2	16,0 ± 0,8	30,0 ± 0,9	29,66 ± 0,1	53 ± 4	31,6 ± 0,2	39,8 ± 0,9
3	11,7 ± 0,6	12,5 ± 0,5	9,01 ± 0,1	20 ± 3	10,5 ± 0,2	10,6 ± 0,3
4	5,6 ± 0,2	7,8 ± 0,1	4,93 ± 0,1	3,4 ± 0,6	1,6 ± 0,1	5,8 ± 0,3
5	7,3 ± 0,1	7,5 ± 0,2	5,44 ± 0,08	3,0 ± 0,5	0,9 ± 0,1	7,1 ± 0,5
6	3,8 ± 0,2	3,3 ± 0,7	1,57 ± 0,03	0,7 ± 0,2	0,7 ± 0,2	2,4 ± 0,1
7	4,3 ± 0,1	5,1 ± 0,1	3,57 ± 0,2	3,7 ± 0,4	0,2 ± 0,1	4,7 ± 0,8
8	4,9 ± 0,4	6,4 ± 0,4	3,76 ± 0,2	4,0 ± 0,5	5,6 ± 0,6	3,4 ± 0,2
9	5,5 ± 0,4	5,3 ± 0,7	3,32 ± 0,03	7,5 ± 0,6	49 ± 5	3,3 ± 0,3
10	5,3 ± 0,5	6,0 ± 0,4	5,44 ± 0,6	13,1 ± 0,7	60,4 ± 0,2	6,4 ± 0,2
11	4,0 ± 0,1	2,3 ± 0,3	27,29 ± 0,7	9,2 ± 0,8	48 ± 2	38,1 ± 0,7

Ref: EP, EI, ES aislados de var. El Paso144: grano pulido, integral y salvado. NP, NI, NS aislados de la var. Nutriar: grano pulido, integral y salvado, respectivamente.

Se determin la actividad espumante de los aislados a pHs 3 y 9, que fueron las condiciones menos extremas en que presentaron aceptable solubilidad (Tabla 3).

La capacidad de formar espuma se correlacion positivamente con la solubilidad (coeficiente de regresi  $n=0,52$ ;  $p<0,01$ ). Los aislados provenientes de salvado de arroz (ES y NS) presentaron buena actividad espumante en los dos rangos de pH estudiados, EP y NP solo en medio ácido y los aislados de harina integral presentaron buena actividad espumante a pH 3 en E y a pH 9 en N. En estos casos desarrollaron espumas compactas, de burbujas esféricas y pequeñas. Los parámetros obtenidos fueron similares a los presentados por Tang y col. (2003) en aislados de salvado de arroz y superiores a los mostrados por un aislado de soja en medio salino neutro (Jorge Ventureira, comunicaci n personal).

**Tabla 3.** Capacidad de formación y estabilidad de las espumas de los aislados proteicos a distintos pHs e igual fuerza iónica.

PH	Vmax(ml)		T ½ (minutos)		
	E	N	E	N	
P	3,20 ± 0,01	4,8 ± 0,2	1,5 ± 0,1	5,57 ± 0,05	
	9	1,49 ± 0,07	1,2 ± 0,2	3,9 ± 0,2	1,88 ± 0,02
I	3	2,3 ± 0,2	1,7 ± 0,2	1,4 ± 0,3	2,9 ± 0,7
	9	0,54 ± 0,08	4,3 ± 0,7	1,5 ± 0,4	9 ± 1
S	3	4,34 ± 0,05	4,0 ± 0,2	7,0 ± 0,5	3,9 ± 0,3
	9	3,1 ± 0,1	3,5 ± 0,1	7,4 ± 0,6	8 ± 1

Ref: E = El Paso 144, N=Nutriar; P, I, S: aislados de grano pulido, integral y salvado, respectivamente.

**CONCLUSIONES:** Los aislados proteicos estudiados presentaron diferencias menores en su composici n proteica, las cuales, sin embargo, se reflejaron en diferencias funcionales frente a la variaci n de pH. En términos generales, los aislados de N resultaron más solubles que los de E. La buena actividad espumante de los aislados de salvado en ambos rangos de pH debe ser considerada en la elaboraci n de productos alimenticios que utilicen esta harina como ingrediente. En caso de preparaciones ácidas puede recomendarse la utilizaci n de las harinas de E.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGBOOLA S., DARREN, N., MILLS, D. 2005. **Characterisation and fuctional properties of Australian rice protein isolates.** Journal of Cereal Science. Australia.vol.41, pp. 283-290.
- CHASTRIL J. 1992. **Correlation between the physicochemical and functional properties of rice.** J. Agric. Food Chem. 40 (6) pp. 1683-1686.



SAWAI H. and MORITA Y. 1970. **Studies of g globulin of rice embryo. Part II. Separation of three components of g globulin by ion exchange chromatography.** Agric. Biol. Chem. 34, pp. 53.

TANG, S. HETTIARACHCHY, N.S., HORAX R and ESWARANANDAM, S. 2003. **Physicochemical properties and functionality of rice bran protein hydrolyzate prepared from heat-stabilized defatted rice bran with the aid of enzymes.** Journal of Food Science v.68, n°1 pp. 152-157.

## SISTEMA DE PLANTIO NA QUALIDADE DE SEMENTES DO CULTIVO PRINCIPAL E DA SOCA DE ARROZ IRRIGADO E DE TERRAS ALTAS

SANTOS<sup>1</sup>, A.B. dos, PEREIRA<sup>2</sup>, N.P., FONSECA<sup>1</sup>, J.R., CUTRIM<sup>3</sup>, V. dos A.

**INTRODUÇÃO:** Por ocasião da implantação da lavoura de arroz irrigado, a qualidade da semente constitui um fator extremamente importante. As características de qualidade da semente abrangem seus atributos fisiológicos, genéticos e físicos. Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes de arroz, alguns estão diretamente relacionados com as práticas de manejo da cultura. Para a obtenção de sementes de boa qualidade física e fisiológica, é fundamental a ocorrência de completo enchimento das espiguetas por ocasião da colheita e de uniformidade de maturação dos grãos. No sistema de cultivo de arroz irrigado, o plantio direto auxilia o controle das plantas daninhas e permite maior integração lavoura pecuária. Os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos de sistemas de plantio sobre a qualidade de sementes provenientes do cultivo principal e da soca de gen tipos de arroz irrigado e de terras altas, cultivados em várzeas tropicais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi estudada a qualidade das sementes provenientes dos cultivos principal e soca de cultivares e linhagens avançadas do programa de melhoramento de arroz da Embrapa nos sistemas de plantio convencional (SPC) e direto (SPD). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, no esquema de parcela dividida, com seis repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de plantio e as subparcelas pelos gen tipos. A avaliação da qualidade foi feita pelas análises de vigor e germinação das sementes provenientes do cultivo principal aos 10, 20, 30 e 90 dias após a colheita das cultivares de arroz de terras altas e aos 30, 40, 90 e 120 dias das de irrigado e velocidade de emergência no campo. As análises de germinação e de velocidade de emergência em campo foram efetuadas com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram colocadas em germinador, com temperatura controlada de 30°C, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, em duas contagens, aos sete e dez dias, sendo a primeira utilizada como avaliação de vigor. A partir da emergência da primeira plântula, foram efetuadas contagens diárias das plântulas emergidas, até que esse número se mantivesse constante. Os valores de velocidade de emergência foram determinados segundo Maguire (1962), citado por Fonseca (1976), como:  $V.E. = x_1/y_1 + (x_2 - x_1)/y_2 + \dots + (x_n - x_{n-1})/y_n$ , onde: V.E. = velocidade de emergência;  $x_1, x_2, x_n$  = plântulas emergidas na primeira, segunda e última contagem, respectivamente;  $y_1, y_2, y_n$  = dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve interação entre sistema de plantio e gen tipo no vigor das plântulas e na germinação das sementes do cultivo principal de arroz irrigado em todas as análises realizadas (Tabela 1). De modo geral, a qualidade fisiológica das

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2153. baeta@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Graduada em Biologia, Universidade Católica de Goiás, Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Sto. Antônio de Goiás, GO.

**Tabela 1.** Efeitos de sistema de plantio sobre o vigor das plântulas e germinação aos 30, 40, 90 e 120 dias após a colheita e velocidade de emergência das sementes do cultivo principal de genótipos de arroz irrigado.

Genótipo	Vigor <sup>1</sup> (%)												Germinação (%)						VE <sup>2</sup>
	Plantio convencional				Plantio direto				Plantio convencional				Plantio direto						
	30	40	90	120	30	40	90	120	30	40	90	120	30	40	90	120			
BRS Alvorada	61f	75e	83c	80c	54e	57e	59b	63b	76a	89b	86b	86c	90e	67b	63b	70b	4,59b		
BRS Biguá	12a	28b	56a	46a	11a	21b	48a	53a	94b	85b	78a	80b	81d	81c	73c	79c	4,19b		
BRS Formoso	11a	25b	71b	80c	13a	18a	53b	64b	97b	89b	95b	89c	95e	91d	91d	83c	4,73b		
BRS Fronteira	30c	48d	85c	88c	24c	23b	69c	59a	92b	93b	93b	93c	71c	66b	73c	65b	3,91a		
BRS Jaburu	14b	29b	69b	84c	9a	24b	46a	55a	90b	91b	85b	94c	52a	72b	53a	64b	3,90a		
BRS GO Guará	67f	71e	86c	83c	78f	83g	81d	85d	90b	90b	87b	86c	93e	90d	83d	87d	4,30b		
CNA 8502	8a	18a	67b	67b	7a	14a	61b	68b	97b	93b	94b	84c	96e	95d	86d	85d	3,82a		
CNA 8569	19b	41c	84c	86c	22b	29c	73c	75c	94b	95b	91b	90c	83d	86c	80c	82c	3,90a		
CNA 8859	31c	48d	77c	75c	38d	46d	88d	76c	92b	89b	84b	83c	91e	91d	90d	86d	4,98b		
CNA 8860	43d	43c	74c	70b	35d	36c	65c	61b	94b	93b	89b	85c	97e	89d	84d	83c	4,36a		
CNAi 10393	26c	37c	82c	84c	19b	33c	85d	90d	96b	91b	90b	88c	99e	94d	89d	92d	4,68b		
CNAi 9090	71f	86f	78c	79c	78f	75f	83d	63b	87b	90b	88b	82c	91e	82c	88d	72b	4,43b		
CNAi 9730	25c	51d	78c	80c	31c	64e	78d	76c	96b	92b	89b	90c	96e	90d	86d	85d	5,36b		
CNAi 9778	55e	65e	78c	85c	43d	68f	77d	82d	95b	95b	88b	91c	92e	91d	87d	88d	5,02b		
CNAi 9834	24c	25b	58a	66b	12a	22b	64c	66b	76a	74a	77a	74b	85d	83c	76c	75c	4,28b		
CNAi 9838	19b	24b	63b	71b	25c	24b	48a	49a	90b	76a	73a	77b	83d	58a	50a	55a	3,78a		
CNAi 9865	18b	27b	66b	62b	20b	31c	36a	54a	75a	79a	74a	68a	60b	61a	46a	56a	2,74a		
SCSBR 111	12a	12a	50a	74c	8a	10a	45a	58a	96b	91b	89b	88c	95e	87c	95d	80c	3,29a		
SCSBR Tio Taka	7a	15a	70b	84c	4a	8a	49a	77c	92b	92b	89b	89c	83d	91d	82c	92d	4,56b		

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott Knott, na significância de 0,05. <sup>2</sup>Velocidade de emergência.

sementes de arroz provenientes do cultivo principal do SPC foi superior à do SPD, enquanto que as sementes da soca não diferiram. No SPC, os maiores valores de vigor foram observados nas cultivares BRS Alvorada e BRSGO Guará e na linhagem CNAi 9090, aos 30 DAC, e na CNAi 9090, aos 40 DAC. Nas análises mais tardias, os menores valores foram observados na BRS Biguá e SCSBRS 111 e CNAi 9834, aos 90 DAC, e pela BRS Biguá, aos 120 DAC. No SPD, a cultivar BRSGO Guará e a linhagem CNAi 9090 tiveram as maiores porcentagens de vigor aos 30 DAC e essa cultivar aos 40 DAC. De modo geral, a menor germinação foi obtida pela linhagem CNAi 9865 que também apresentou menor velocidade de emergência. Além da CNAi 9865 e CNAi 9838, no SPC, foi verificada menor germinação na BRS Alvorada, aos 30 DAC, CNAi 9834 aos 40 DAC e BRS Biguá aos 90 DAC, enquanto que no SPD a cultivar BRS Jaburu apresentou a menor germinação aos 30 e 90 DAC. O vigor e a germinação das sementes da soca diferiram significativamente com os sistemas de plantio. Dos 24 genótipos analisados, o vigor e a germinação das sementes da soca da linhagem CNA 9019 de arroz de terras altas apresentaram os menores valores nos dois sistemas (Tabela 2). No SPC, os genótipos CNAi 10393, CNAi 9090, CNAi 9778, BRS Biguá, CNA 8569, CNAi 9730, SCSBRS TioTaka, CNAi 9834, BRS Formoso apresentaram as menores porcentagens de vigor (Tabela 2). No SPD, as linhagens de arroz irrigado CNAi 9834, CNAi 9778, CNA 8860 tiveram os menores valores. As sementes da soca da linhagem CNA 8502 apresentaram maior vigor e germinação no SPC. No SPD, isso se verificou com a BRS Fronteira SCSBRS TioTaka. O vigor e a germinação das sementes do cultivo principal de arroz de terras altas não foram afetados pelos sistemas de plantio, mas diferenciaram entre os genótipos (Tabela 3). O poder germinativo se expressa pelo percentual de sementes germinadas, ou seja, sua viabilidade, já o vigor indica a habilidade em resistir a estresses ambientais e a sua capacidade de manter a viabilidade durante o armazenamento.

**Tabela 2.** Efeitos de sistema de plantio sobre o vigor das plântulas e a germinação das sementes da soca de genótipos de arroz irrigado e de terras altas, aos 80 DAC.

Genótipo	Vigor <sup>1</sup> (%)		Germinação (%)	
	SPC	SPD	SPC	SPD
BRS Alvorada	66c	62c	82d	79d
BRS Biguá	55b	68c	70c	80d
BRS Colosso <sup>2</sup>	64c	65c	82d	78c
BRS Formoso	48b	69c	64b	88d
BRS Fronteira	73d	78c	84d	86d
BRS Jaburu	73d	71c	77d	77c
BRS Liderança <sup>2</sup>	77d	70c	80d	74c
BRSGO Guará	67c	65c	72c	68b
CNA 8502	82d	72c	87d	81d
CNA 8569	54b	73c	69c	81d
BRSMG Curinga <sup>2</sup>	73d	70c	76d	76c
CNA 8859	80d	66c	84d	77c
CNA 8860	66c	55b	80d	66b
CNA 90192	27a	36a	40a	44a
CNAi 10393	60b	63c	72c	68b
CNAi 9090	58b	75c	63b	78c
CNAi 9730	53b	71c	62b	83d
CNAi 9778	57b	59b	68c	79d
CNAi 9834	49b	60b	58b	74c
CNAi 9838	67c	69c	72c	74c
CNAi 9865	66c	73c	70c	84d
Metica 1	79d	77c	84d	80d
SCSBRS 111	73d	72c	80d	78c
SCSBRS TioTaka	52b	76c	69c	90d

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott Knott, nasignificância de 0,05. <sup>2</sup>Genótipos de arroz de terras altas.

**Tabela 3.** Vigor e germinação aos 10, 20, 30 e 90 dias após a colheita e velocidade de emergência das sementes do cultivo principal de arroz de terras altas.

Genótipo	Vigor (%)				Germinação (%)				VE <sup>2</sup>
	10	20	30	90	10	20	30	90	
BRS Colosso	52c	88c	88b	93b	92b	94c	93c	93b	4,62c
BRS Liderança	44b	84c	89b	93b	92b	95c	95c	95b	4,73c
BRSMG Curinga	25a	45a	58a	67a	82a	67a	71a	71a	3,91b
CNA 9019	46b	76b	83b	68a	85a	84b	87b	73a	2,61a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott Knott, na significância de 0,05. <sup>2</sup>Velocidade de emergência.

**CONCLUSÕES:** A qualidade fisiológica das sementes de arroz irrigado do cultivo principal do SPC é superior à do SPD, enquanto que da soca não difere. O vigor e a germinação das sementes dos genótipos BRSMG Curinga e CNA 9019 de arroz de terras altas, provenientes do cultivo principal, apresentaram menores valores.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J.R. **Efeitos do tamanho e localização da semente na espiga sobre sua qualidade e sobre o desempenho e produtividade do milho (*Zea mays* L.).** 1976. 62f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

## MATURAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) DE TERRAS ALTAS

FONSECA<sup>1</sup>, J.R., CASTRO<sup>2</sup>, E. da M., MORAIS<sup>2</sup>, O.P.

**INTRODUÇÃO:** A qualidade culinária, expressa pela maciez, pegajosidade e sabor no cozimento do arroz, também conhecida por qualidade de panela, é uma característica marcante nas cultivares, sendo função das propriedades físico-químicas do grão. A qualidade culinária pode, contudo, ser afetada pela maturação pós-colheita ou tempo de prateleira do arroz, que corresponde às mudanças em qualidade decorrentes de alterações físico-químicas nos grãos ao longo do tempo, quando o produto colhido, seco, beneficiado (descascado e polido) ou não, é armazenado (Fonseca et al., 2002). As alterações progressivas das propriedades físico-químicas do arroz após a colheita ocorrem, principalmente, nos três ou quatro primeiros meses de armazenagem e, independente das condições ambientais, são mais intensas no arroz beneficiado que no arroz em casca (Vieira & Carvalho, 1999), geralmente modificando as características culinárias, melhorando o seu comportamento de cocção, tornando seus grãos mais secos e soltos após o cozimento (Castro et al., 1999). Por esse motivo, tem sido comum as indústrias de beneficiamento armazenarem o arroz obtido de cultivares com maior tendência de empapamento dos grãos, quando recém colhidos, aguardando as mudanças de comportamento culinário aceitável para ser comercializado. O período de repouso pós-colheita, necessário para atingir a maturação, difere entre as cultivares. Por exemplo, citam-se que os grãos das cultivares BRS Primavera, Javaé e BRS Formoso podem ser consumidos imediatamente após a colheita, enquanto a Maravilha e a Metica 1 requerem até seis meses para adquirirem um melhor comportamento de cocção (Castro et al., 1999; Cutrim & Fonseca, 2003). Outras cultivares, entretanto, não apresentam mudanças perceptíveis ou melhorias com o envelhecimento. Em função disso, o conhecimento das alterações na qualidade dos grãos das cultivares a serem lançadas é muito importante ao agronegócio do arroz, pois orienta o mercado e a indústria sobre a qualidade do produto e a oportunidade do seu comércio e consumo. O objetivo desse trabalho foi verificar o comportamento culinário e sua variação, após diferentes períodos de repouso pós-colheita em condições de armazenamento, de sete cultivares de arroz de terras altas.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2149. jfonseca@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

**MATERIAL E MÉTODOS:** As sementes para o estudo, foram produzidas em três safras agrícolas 2000/2001, 2001/2002 e 2003/2004, em um Latossolo Vermelho Escuro, franco argiloso, na Fazenda Capivara, sede da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Na safra de 2000/2001, foram utilizadas três cultivares de arroz de terras altas, BRS Soberana, BRS Bonança e BRS Aimoré. Em 2001/2002, utilizou-se a BRS Colosso e em 2003/2004, avaliou-se as cultivares BRS Talento, BRSMG Conai e BRSMT Vencedora. Em todas as safras foi utilizada como testemunha, a cultivar BRS Primavera. Os campos, implantados durante os meses de novembro de 2000, 2001 e 2003, foram adequadamente conduzidos segundo recomendações de cultivo do arroz. Na maturação de colheita, nove quilos de sementes de cada cultivar foram colhidas, secadas ao sol por 2 a 3 dias até atingir o teor de umidade dos grãos de 13%, embaladas em sacos de pano devidamente identificados e armazenados, em prateleiras instaladas em ambiente de galpão de armazenamento. Os testes culinários efetuados no Laboratório de qualidade de grãos da unidade, foram realizados aos 30, 60, 105, 150 e 195 dias após a colheita para as cultivares BRS Soberana, BRS Bonança e BRS Aimoré, aos 40, 70, 110, 150 e 180 dias para a BRS Colosso e 30, 60, 90, 120 e 150 dias para as cultivares BRS Talento, BRSMG Conai e BRSMT Vencedora. Por ocasião do teste de panela (cocção), 600 gramas de grãos de cada cultivar foram beneficiadas, isto é, descascados e polidos, por dois minutos, em um moinho de prova da marca Susuki, com a finalidade de se obter 380 gramas de grãos inteiros necessários ao teste. O grau de polimento das grãos das cultivares foi ajustado ao obtido com a testemunha (BRS Primavera), com monitoramento através de equipamento específico "Milling meter". Tanto no procedimento para cozimento, quanto na classificação dos grãos quanto à coesividade (muito separados, separados, ligeiramente pegajosos, pegajosos e muito pegajosos dos grãos), foram utilizados os critérios do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), segundo metodologia proposta por Martínez Racines et al. (1989), sempre realizados pela mesma laboratorista.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados das leituras referentes ao teste de cocção, mostraram diferenças de comportamento culinário entre as cultivares avaliadas (Tabela 1). Na cultivar BRS Soberana, as alterações pós-colheita foram mínimas, pois os grãos mostraram-se separados desde o início do teste (30 dias de armazenamento), alterando para muito separados a partir dos 150 dias. Nas cultivares BRS Colosso, BRS Talento, BRSMG Conai e BRSMT Vencedora, as modificações foram mais pronunciadas, tendo a primeira, mostrado no cozimento grãos ligeiramente pegajosos aos 40 dias do envelhecimento e, as outras, coesividade dos grãos ligeiramente pegajosos até aos 60 dias do armazenamento, porém todas cultivares mantiveram-se, nos testes subsequentes, grãos separados e ou muito separados semelhantes aos da BRS Soberana.

**Tabela 1.** Testes de cocção em cultivares de arroz de terras altas, por ano agrícola.

Cultivares	Dias após colheita – ano 2000/01				
	30	60	105	150	195
BRS Primavera	MS	MS	MS	MS	MS
BRS Soberana	S	S	S	MS	MS
BRS Bonança	LP	LP	LP	LP	LP
BRS Aimoré	P	P	LP	LP	LP
Dias após colheita – ano 2001/02					
Cultivar	40	70	110	150	180
BRS Primavera	MS	MS	MS	MS	MS
BRS Colosso	LP	S	S	S	MS
Dias após colheita – ano 2003/04					
Cultivar	30	60	90	120	150
BRS Primavera	MS	MS	MS	MS	MS
BRS Talento	LP	LP	S	S	MS
BRSMG Conai	LP	LP	S	S	-
BRSMT Vencedora	LP	LP	S	S	-

MS= Muito Separados ; S= Separados; P= Pegajosos; LP= Ligeiramente pegajosos

O programa de melhoramento de arroz de terras altas, na Embrapa Arroz e Feijão, têm utilizado como testemunha nos testes de panela, para avaliação de linhagens promissoras, a cultivar BRS Primavera, cujos grãos se apresentam muito separados (soltos) no cozimento, mesmo no arroz recém-colhido. De acordo com Castro et al. (1999) um padrão de grão mais adequado e aceitável para a maioria do consumidor brasileiro, seria aquele que apresentasse soltos, enxutos e macios no cozimento, evidenciando a importância do conhecimento do comportamento varietal nesse sentido. Dessa forma, a cultivar BRS Soberana, pode ser consumida pouco tempo após a colheita, a BRS colosso aos 70 dias, enquanto as cultivares BRS Talento, BRSMG Conai e BRSMT Vencedora necessitam de cerca de 90 dias, para atingirem um comportamento de cocção adequados. Em função disso, as indústrias que processam grãos dessas cultivares deveriam aguardar pelo menos os períodos de armazenamento especificados para, posteriormente, beneficiar e comercializar os produtos. Quanto a cultivar BRS Bonança, não se verificaram alterações físico-químicas nos grãos que mantiveram-se ligeiramente pegajosos durante o período de estudo, até 195 dias. Finalmente, a BRS Aimoré, apresentou grãos com coesividade pegajosa até 60 dias e, a partir daí, ligeiramente pegajosos até o final do teste (195 dias após a colheita).

**CONCLUSÕES:** Após a maturação de pós-colheita, o comportamento culinário foi variável entre as cultivares. Os grãos da BRS Soberana apresentam-se soltos com pouco tempo de repouso, enquanto os da BRS Colosso necessitam de um tempo de envelhecimento de 70 dias. Os grãos das cultivares BRS Talento, BRSMG Conai e BRSMT Vencedora apresentaram-se soltos com 90 dias, quando atingem um padrão aceitável no cozimento. As cultivares BRS Bonança e BRS Aimoré mostraram grãos menos soltos durante o período do teste.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).
- CUTRIM, V. dos A.; FONSECA, J. R. Teste de cocção em misturas de grãos de cultivares de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: EPAGRI, 2003. p. 126-127.
- FONSECA, J. R.; CASTRO, E. da M. de; CUTRIM, V. dos A. Teste de cocção em arroz de terras altas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 54-55. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- MARTÍNEZ RACINES, C. P.; CUEVAS PÉREZ, F. E.; MEDINA, L. M. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. 3. ed. Cali: CIAT, 1989. 75 p. (CIAT. Serie 04SR-07.01).
- VIEIRA, N. R. de A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 583-604.

## MANEJO ANTECIPADO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS SEM RESTRIÇÕES DE UMIDADE NO SOLO

Aidar, H.<sup>1</sup>, Soares<sup>1</sup>, D.M., Thung<sup>2</sup>, M., Kluthcouski<sup>1</sup>, J.

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 3533-2179, homero@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Consultor Fazenda Santa Angelina, Brejinho de Nazaré, TO.

**INTRODUÇÃO:** Em geral, tem-se que a principal perda de N é por lixiviação, e para evitá-la recomenda-se o parcelamento em cobertura após a emergência das plantas. No entanto, segundo revisão feita por Reichardt et al. (1982), citados por Yamada & Abdalla (2000), esta modalidade de perda é muito pequena sendo, em média, o N lixiviado do fertilizante da ordem de 3,4 kg ha<sup>-1</sup>, com pluviosidade e período de tempo de 757mm e 127,8 dias, respectivamente. Conclui-se que as perdas de N em condições tropicais é da ordem de 5% do N aplicado para 1.000 mm de chuva. No solo, a principal fonte de N é a matéria orgânica, por isto, esclarece Ceretta (2000), a dinâmica do N no solo está intimamente associada à dinâmica da matéria orgânica. Ainda segundo esse autor, se por um lado, a imobilização microbiana do N pode comprometer a adequada disponibilidade de N às plantas em momentos pontuais, por outro lado, não representa fenômeno de perda de N e sim a sua conservação. Concomitantemente ao avanço da adoção do Sistema Plantio Direto - que hoje está presente em mais de 20 milhões de hectares no Brasil (Carvalho, 2005), estimando-se que, nos Cerrados, existam mais de cinco milhões de hectares em SPD -, tem ocorrido um incremento gradual na matéria orgânica do solo. Não obstante esta constatação, vale destacar que, quando se aplica o fertilizante nitrogenado mineral seguindo a recomendação convencional, ou seja, em cobertura, pode-se provocar um maior retardamento na disponibilização deste nutriente para as plantas. Isto ocorre porque, numa primeira instância, o N aplicado ao solo pode ser parcial ou totalmente seqüestrado e, ou, absorvido pelos microrganismos do solo para, após algumas semanas, ser novamente liberado para a solução do solo. A suplementação deste nutriente pode, então, estar sendo ministrada tardiamente, refletindo em baixas produtividade das espécies cultivadas, particularmente as graníferas. Na prática, verifica-se que, se, o arroz de terras altas, alguns dias depois da sua emergência, não anelar, há uma tendência de obtenção de rendimento baixo, indicando principalmente a falta de N disponível para as plantas. Não é de se esperar, eficácia da prática de antecipação do N em solos excessivamente arenosos e pobres em matéria orgânica, ou em solos mal drenados. O objetivo desse trabalho foi estudar, em dois locais, o efeito da antecipação da aplicação da adubação nitrogenada sobre o arroz de terras altas, conhecido, no passado, de arroz de "sequeiro favorecido", devido a regular distribuição de chuvas e, ou, a presença constante de umidade no solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Dois estudos de arroz de terras altas foram conduzidos no verão na Fazenda Santana, em Sinop-MT, e um (1) outro em várzea tropical, na Fazenda Barreira da Cruz, na entressafra do arroz inundado, em Lagoa da Confusão-TO. O solo de Sinop, com mais de 70% de areia, era de transição entre os Cerrados e a Região Amazônica. Estava ocupado com pastagem degradada e as suas características químicas são apresentadas na Tabela 1. Nos estudos de Sinop foi utilizada a cultivar de arroz de terras altas Curinga. Em um esquema fatorial, no delineamento experimental de parcelas subdivididas, com cinco repetições, as parcelas foram constituídas por três (3) doses de N (0, 45 e 90 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas de forma incorporada em linhas, um dia antes da semeadura, com equipamento apropriado, e as subparcelas representaram quatro (4) épocas de aplicação de N (sem N, 0 DAE-dias após a emergência-, 15 DAE e 30 DAE), à razão de 45 kg ha<sup>-1</sup>. No mesmo local, com o mesmo esquema e delineamento experimental, também se estudou nas parcelas as mesmas doses de N do experimento anterior, aplicadas antecipadamente à semeadura, combinadas com quatro (4) manejos de solo nas subparcelas (SPD, Escarificação Profunda, Escarificação Superficial e Arado de Aivecas). No estudo da Lagoa da Confusão, em várzea tropical, o solo era um Gleysolo, de alta fertilidade e alto teor de MO (Tabela 1). Foi utilizada a cultivar de arroz Aimoré, no delineamento de blocos ao acaso, com cinco (5) repetições, submetida a cinco (4) doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), também aplicadas em linha e incorporadas com equipamento apropriado. Os procedimentos experimentais comuns a todos os estudos foram os seguintes: em toda a área fez-se uma gradagem

em agosto, e a sementeira foi feita em novembro, exceptuando-se em várzea tropical que a sementeira foi feita em SPD; a fonte de N foi a uréia Petrobras; o N, antecipado ou não, foi incorporado ao solo a uma profundidade de 6-8 cm; os tratamentos foram estabelecidos em faixas de forma mecanizada; cada parcela útil foi constituída de 8 fileiras de arroz, espaçadas de 0,30m, com 5 metros de comprimento e foi utilizada uma adubação básica na sementeira de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-30-16. O N, quando em cobertura, foi de 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos. Sinop, MT, 2004.

Prof. (cm)	pH água	Ca	Mg	Al	H + Al	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	
		mmolc/dm <sup>3</sup>								mg/dm <sup>3</sup>		
0-10	5,2	14,4	5,6	2	58	4,0	58	0,5	1,2	110	15	16
10-20	5,2	11,7	5,1	3	50	3,4	50	0,4	0,7	100	12	14
Lagoa da Confusão, TO, 2004.												
0-10	5,8	43,2	11,2	1	90	32,5	145	1,7	4,2	82	16	54
10-20	5,9	42,0	10,7	1	91	30,6	78	1,6	3,5	85	17	50

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No Médio Norte do Mato Grosso, onde as chuvas somam mais de 2.500 mm ao ano e predominam solos com alto teor de matéria orgânica, podem ser obtidos altos rendimentos de arroz de terras altas, principalmente após o desmatamento ou por ocasião da recuperação de pastagens degradadas. Observa-se, na Tabela 2, que, mesmo sob condições adversas para o nitrogênio, no que se refere ao excesso de chuvas e textura arenosa do solo, houve efeito significativo da aplicação antecipada do nitrogênio na produtividade do arroz, cujos melhores rendimentos, acima de 4.600 kg ha<sup>-1</sup>, foram obtidos com a aplicação antecipada de 45 kg ou 90 kg de N ha<sup>-1</sup> no manejo do solo com grade aradora. O complemento da adubação com nitrogênio em cobertura, na dose de 45 kg ha<sup>-1</sup>, foi feito aos 15 dias após a emergência do arroz. Na Tabela 3, verifica-se que, além do efeito expressivo da antecipação da adubação com nitrogênio, o SPD foi o mais eficiente, ao contrário daqueles observados no arroz de terras altas sob deficiência hídrica. Nas condições de várzeas tropicais, normalmente ricas em matéria orgânica e a qual é periodicamente renovada a partir da cultura de arroz no verão, pode-se esperar alta deficiência de nitrogênio. Assim, nesse ambiente, sob subirrigação, sem déficit hídrico, o efeito da antecipação do nitrogênio foi ainda mais pronunciado na altura das plantas, na densidade de panículas e, conseqüentemente, no rendimento de grãos (Figura 1).

**Tabela 2.** Efeito da aplicação antecipada do nitrogênio e de sua aplicação em cobertura sobre o rendimento da cultivar de arroz de terras altas Curinga, após pastagem, na Fazenda Santana, em Sinop, MT, 2005.

Tratamento <sup>1</sup>	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )			Média (kg ha <sup>-1</sup> )
	N antecipado (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	45	90	
Cobertura 0 DAE <sup>1</sup>	4.670cd <sup>2</sup>	4.772c	4.945bc	4.796B
Cobertura 15 DAE	4.429de	5.122b	5.439a	4.997A
Cobertura 30 DAE	4.248e	4.711cd	4.633cd	4.531C
Sem cobertura	3.761f	4.869bc	4.901bc	4.510C
Média	4.277B	4.869A	4.980 A	
DMS N	153			
DMS manejo	177			
CV (%)	5.5			

<sup>1</sup> Cobertura com 45 kg ha<sup>-1</sup>, tendo como fonte a uréia. <sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem quanto ao nitrogênio, na horizontal, e quanto ao tratamento, na vertical. Mesma letra minúscula não difere entre si pelo teste de Duncan, no nível de 5% de probabilidade.



Tabela 3. Efeito da antecipação do nitrogênio e do manejo do solo sobre o rendimento da cultivar de arroz de terras altas Curinga, após pastagem, na Fazenda Santana, em Sinop, MT, em 2005.

Tratamento <sup>1</sup>	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )			Média (kg ha <sup>-1</sup> )
	N antecipado (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	45	90	
SPD	4.429c	5.122ab	5.439A	4.997A
Escarificação <sup>1</sup>	4.755bc	4.479bc	4.662bc	4.632B
Aeromix <sup>2</sup>	4.279c	4.728bc	4.629bc	4.550B
Aiveca <sup>3</sup>	3.561d <sup>4</sup>	4.681bc	4.621bc	4.288C
Média	4.256B	4.753A	4.838A	
DMS N	65			
DMS manejo	230			
CV (%)	6.9			

<sup>1</sup> Escarificação profunda com Matabroto. <sup>2</sup> Escarificação superficial com Aeromix. <sup>3</sup> Aração com arado de aiveca seguida de nivelamento. <sup>4</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem quanto ao nitrogênio, na horizontal, e quanto ao tratamento, na vertical. Médias com mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

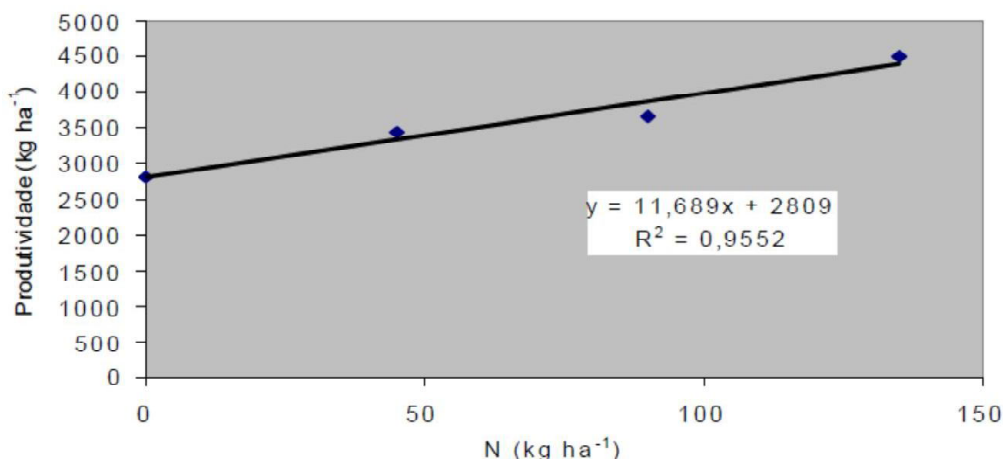


Fig. 1. Rendimento da cultivar de arroz de terras altas Aimoré, irrigada por subirrigação, nas várzeas tropicais da Lagoa da Confusão, TO, em 2004.

**CONCLUSÕES:** Na região da pré-amazônia, em solo arenoso, sob alta pluviosidade, a aplicação antecipada de N, antes da semeadura do arroz de terras altas, aumentou, significativamente, seu rendimento e, ao contrário do arroz de terras altas, sob deficiência hídrica, o rendimento do arroz, sem deficiência hídrica, foi beneficiado pelo menor revolvimento do solo.

#### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CARVALHO, G. Riqueza Preservada, p30-33. **Revista Panorama Rural**. Ano V, n73, fevereiro 2005.

CERETTA, C. A. **Dinâmica do nitrogênio em sistemas de produção na região Sul do Brasil**. Workshop Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária, 2000, Dourados, MS. Anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Seropédica; Embrapa Agrobiologia, 2000. 163p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 28. Embrapa Agrobiologia. Documentos, 128).

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Informações Agrônomicas**, n.91, set., 2000.



# **Manejo de Pragas**

**(insetos, doenças e plantas daninhas)**



# FUNGOS ASSOCIADOS A GRÃOS DE ARROZ <sup>1</sup>

CORNÉLIO, V.M.O. <sup>2</sup>, GUIMARÃES, I.C.O. <sup>3</sup>, SOARES, P.C. <sup>4</sup>, CUNHA, R.L. <sup>5</sup>, REIS, M.S. <sup>5</sup>, SOARES, A.A. <sup>6</sup>

**INTRODUÇÃO:** Os grãos de arroz podem ser atacados por fungos durante o cultivo no campo ou após a colheita durante o período de armazenamento. Desta forma, tem-se os fungos considerados de campo e os de armazenamento. Os principais fungos de campo que diminuem a qualidade dos grãos e sementes de arroz são *Pyricularia grisea*, *Drechslera oryzae*, *Gerlachia oryzae* e *Phoma sp.*; estes fungos tendem a diminuir e até mesmo desaparecer durante o processo de beneficiamento do arroz. Os fungos de armazenamento, que proliferam em maior intensidade na massa de grãos no período de pós colheita são os *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* principais responsáveis pela deterioração dos grãos armazenados. Os principais danos causados pelos fungos são: diminuição do poder germinativo das sementes, descoloração e manchas nos grãos, aquecimento e emboloramento, alterações da composição química dos grãos, produção de toxinas e perdas da matéria seca. Segundo Elias (2004), a aflatoxina, que é produzida principalmente por *Aspergillus flavus*, é uma substância tóxica bastante comum em amendoim, torta de amendoim, algodão e torta de soja. Tem menor incidência em grãos inteiros de trigo, centeio, arroz e outros, mas ainda assim é importante pelos riscos que representam, principalmente pela natureza das operações de beneficiamento industrial a que o arroz é submetido. O *Aspergillus ochraceus* produz a ocratoxina, substância também bastante tóxica, semelhante a aflatoxina. As micotoxinas são substâncias metabólicas produzidas por vários fungos e podem ser detectados no produto armazenado 24 horas depois da infestação com fungos. As condições climáticas para o desenvolvimento de fungos e as necessárias para a formação de micotoxinas, muitas vezes, não são idênticas e parecem depender de diferentes fatores que ainda não foram todos identificados (Manual..., 2006). Nem todo arroz contaminado por fungos possui a toxina, mas como sua presença é invisível a olho nu, é importante controlar o máximo possível a contaminação por fungos, pois o arroz é um grão de consumo direto na alimentação humana, em cujas operações culinárias de preparo não há a possibilidade da destruição térmica das toxinas. Diante da importância do arroz na dieta da população brasileira, o presente estudo teve como objetivo verificar a incidência de fungos associados a grãos de arroz com casca e beneficiados em sete cultivares de arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado no Laboratório de Patologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas amostras de arroz das cultivares Cateto, Guarani, Carisma, Caiap, Canastra, BRSMG Curinga e BRSMG Conai produzidas no ensaio comparativo avançado de arroz de terras altas, de Lavras em 2003/2004. As amostras foram armazenadas por um período de 12 meses em câmara fria à temperatura de 10°C. Após este período realizou-se o teste de sanidade seguindo metodologia descrita por Neergaard (1977). Analisou-se 200 grãos sem assepsia por amostra verificando-se a ocorrência de fungos associados aos grãos de arroz em quatro diferentes formas de preparo: 1- Grãos com casca – foram avaliados os grãos de arroz com casca, 2-Grãos beneficiados - amostras de 300g de cada cultivar foram divididas em três sub-amostras de 100g cada. Estas sub-amostras foram submetidas ao processo de descascamento e brunimento dos grãos, separando-se os inteiros dos quebrados. Os grãos inteiros de cada amostra foram então analisados pelo teste de sanidade, 3-Grãos beneficiados e armazenados - parte dos grãos inteiros de cada amostra foram novamente armazenados em câmara fria a temperatura de 10°C por um período de quatro meses. Após, realizou-se novamente o teste de sanidade das amostras, 4-Grãos beneficiados armazenados e lavados- os grãos beneficiados e armazenados foram lavados em água corrente simulando o processo utilizado pela dona de casa no preparo do arroz. Os resultados dos testes foram expressos graficamente em percentagem dos fungos detectados nas sete cultivares estudadas.

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPEMIG

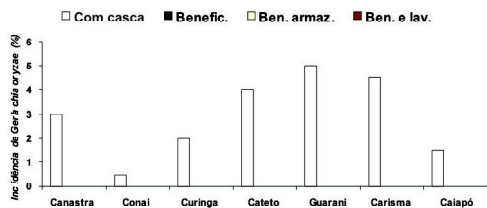
<sup>2</sup> Pesquisadora EPAMIG/CTSM, caixa postal: 176, CEP 37200-000 Lavras - MG Fone: (35)8216244, email: vanda.cornelio@epamig.ufla.br

<sup>3</sup> Bolsista -BIC EPAMIG/FAPEMIG, Graduada em NUTRIÇÃO/ UNILAVRAS

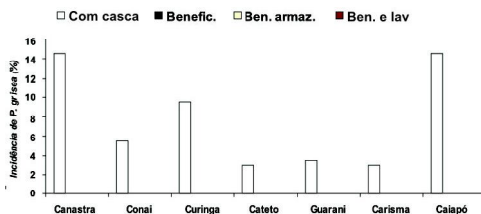
<sup>4</sup> Pesquisador EPAMIG/CTSM/Viçosa-MG

<sup>5</sup> Pesquisador EPAMIG/CTSM/Lavras-MG

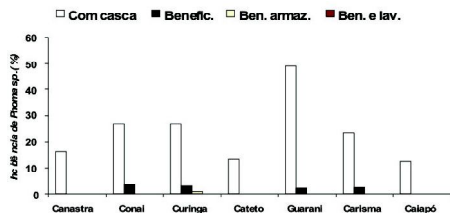
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados referentes a presença dos fungos nas amostras de arroz estudadas são apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Pode-se observar que para os fungos que causam doenças à cultura em condições de campo como *Gerlachia Oryzae* (Fig. 1), *Pyricularia grisea* (Fig.2), praticamente foram eliminados dos grãos nas três últimas formas de preparo estudadas, ou seja, ap s o processo de beneficiamento, indicando que estes pat genes estão presentes apenas na casca não atingindo a parte interna dos grãos. Já, para os fungos *Phoma sp* (Fig.3) e *Drechslera oryzae* (Fig.4), observa-se em algumas amostras a presença dos mesmos nas quatro formas de preparo estudadas indicando que os mesmos podem atingir os grãos de arroz internamente. A presença de *D. oryzae* nas camadas internas dos grãos de arroz foi estudada por Pinto(1989), que verificou a sua presença nas glumelas e endosperma e raramente no embrião do arroz. O índice de contaminação dos grãos com casca por *Gerlachia oryzae*, foi maior nas cultivares Guarani e Carisma e para *P. grisea* foi de 15% nas cultivares Canastra e Caiap . O percentual de contaminação por *Phoma sp* também nos grãos com casca foi bastante elevado na cultivar Guarani, em torno de 50%. Já para *D.oryzae* as amostras das cultivares Canastra, Guarani, Carisma e Caiap apresentaram incidência elevada em torno de 40%. Com relação aos fungos considerados de armazenamento(Fig.5 e 6), observa-se que de uma maneira geral, o percentual dos mesmos nos grãos com casca foi relativamente baixo, aumentando ap s o beneficiamento e também depois de beneficiado e armazenado e diminuindo com o processo de lavagem. No caso do *Aspergillus spp.* (fig.5), o maior percentual nos grãos de arroz com casca foi verificado na cultivar Canastra e o *Penicillium sp.*(fig.6) nas cultivares BRSMG Conai e Carisma. A exceção da amostra da cultivar Carisma todas as demais tiveram aumento no percentual de *Aspergillus spp* ap s o armazenamento dos grãos sem casca indicando que as condições em que foram armazenadas as amostras foram favoráveis a proliferação do fungo. *Penicillium* e *Aspergillus* também foram descritos como principais contaminantes de arroz parboilizado e farelo de arroz por Jaiaraman e Kalyanasundaram (1990). A forma de preparo das amostras onde os grãos foram beneficiados, armazenados e lavados, em praticamente todas amostras, a incidência de *Penicillium sp* e *Aspergillus spp* foram menores, porém, este processo não foi suficiente para eliminá-los totalmente dos grãos de arroz.



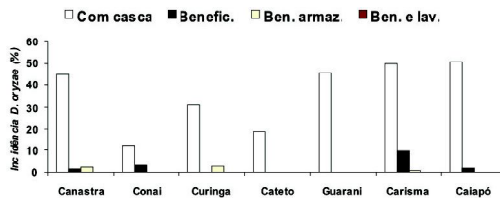
**Fig. 1.** Percentagem do fungo *Gerlachia oryzae* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado, armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.



**Fig. 2.** Percentagem do fungo *Pyricularia grisea* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado, armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.



**Fig. 3.** Percentagem do fungo *Phoma sp* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado, armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.



**Fig. 4.** Percentagem do fungo *Drechslera oryzae* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado, armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.

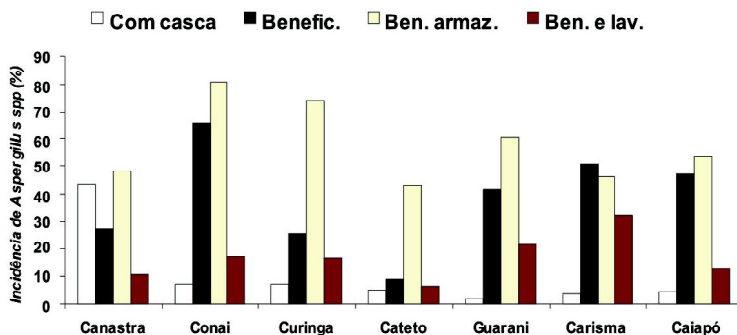


Fig. 5. Percentagem do fungo *Aspergillus spp* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.

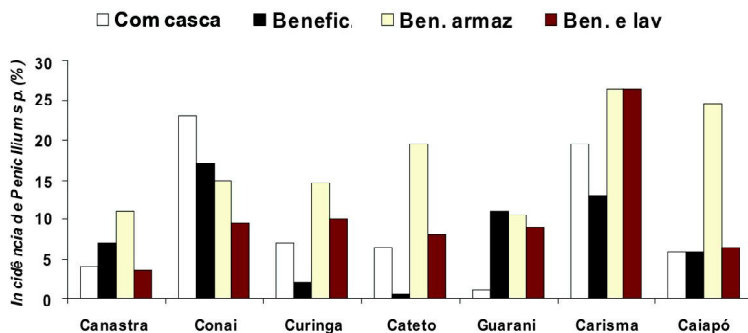


Fig. 6. Percentagem do fungo *Penicillium sp* associados a grãos de arroz com casca, beneficiado, beneficiado e armazenado e beneficiado armazenado e lavado em sete cultivares de arroz. Lavras, MG, 2006.

## CONCLUSÕES

- O processo de beneficiamento dos grãos de arroz praticamente elimina dos grãos os fungos *Gerlachia oryzae* e *Pyricularia grisea* e diminui consideravelmente a incidência de *Phoma sp* e *Drechslera oryzae*.
- Os fungos de armazenamento *Aspergillus spp* e *Penicillium sp* aumentaram a incidência nos grãos beneficiados quando comparados com os grãos com casca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**, 1ªed. London. Mac Millan Press. 1977, vol I e II. 1187p.

JAIARAMAN, P.; KALYANASUNDARAM, I. Natural occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in rice bran. *Mycopatologia*, n.110, p. 81-85, 1990.

ELIAS, M. C. P s colheita e industrialização do arroz. In: GOMES, A. DA S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. DE (eds.). **Arroz Irrigado no sul do Brasil** Brasília, Embrapa informações tecnológicas. 2004. cap.22, p.745-797.

MANUAL sobre a prevenção das perdas de grãos depois da colheita. Fungos e micotoxinas. Cap. 6. Disponível em: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/gtzhtml/x0065p/X0065Poc.htm>. Acesso em 14 mar. 2006.

PINTO, H. M. DE A. ***Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subran & Jain em sementes de arroz (*Oryza sativa*):** quantificação e localização de in culo, efeitos no estabelecimento da cultura e controle com fungicidas, Piracicaba, ESALQ, 1989. 85p. (Tese Mestrado).

## INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A BRUSONE NAS FOLHAS EM ARROZ POR ISOLADO AVIRULENTO DE *Magnaporthe grisea*

FILIPPI<sup>1</sup>, M.C.C., SILVA<sup>2</sup>, G. B., PRABHU<sup>3</sup>, A. S.

**INTRODUÇÃO:** O reino vegetal durante seu processo evolutivo desenvolveu diferentes mecanismos de defesa contra estresses, sejam bióticos ou abióticos. Um destes mecanismos é a resistência sistêmica adquirida (SAR) que se caracteriza por ser um sistema imune nato e potente contra um largo espectro de patógenos (Jaroch et al., 2003). No binômio *M. grisea* e *O. sativa* a interação especializada entre o patótipo e a cultivar de arroz é explicada pela teoria gene a gene (Flor, 1971). De acordo com esta teoria, a reação de hipersensibilidade é o resultado de uma interação incompatível entre o gene de avirulência do patógeno e o gene de resistência do hospedeiro, resultando na morte celular localizada no sítio de penetração do patógeno, produção de oxigênio reativo, fortificação da parede celular, acúmulo de calose e lignina, aumento da atividade de enzimas como chalcona isomerase e peroxidases, acúmulo de compostos antimicrobianos e fitoalexinas, indução de proteínas relacionadas a patogênese (PR) e a síntese de metabólitos secundários (Schenck et al., 2000). Os genes para a síntese destes compostos de defesa citados acima estão presentes em todos os genótipos (Ribeiro do Vale et al., 2001). A diferença entre um genótipo resistente e suscetível está em como e quando a expressão destes genes será induzida. Num interação incompatível, a presença do gene de resistência desencadeia uma série de induções para expressão dos genes de defesa, os quais expressam-se em tempo necessário para produzir um genótipo resistente (Kuc & Strobe, 1992). O controle de doenças de plantas utilizando-se SAR mostra-se promissor e a pesquisa destes mecanismos tem sido estimulada para esclarecer cada vez mais os processos bioquímicos e moleculares envolvidos. O objetivo deste trabalho foi estudar o processo de indução de resistência em plantas de arroz testando a capacidade de isolados avirulentos de *M. grisea* em induzir resistência sistêmica em plantas suscetíveis; verificando qual a concentração e qual período que isolado indutor deve anteceder o isolado virulento para elevar a expressão da resistência a níveis desejáveis.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram realizados dois experimentos fatoriais um com a cultivar Metica-1 e outro com a cultivar Cica-8, em condições de casa de vegetação, com doze tratamentos (3x4) e 40 repetições. Os isolados utilizados neste estudo, Py-1050 e Py-405, foram multiplicados em meio de aveia-água durante 10 dias sob luz branca contínua para promover a esporulação e posteriormente serem pulverizados, tanto para a indução da resistência como para a infecção das plantas suscetíveis. A indução da resistência nas plantas foi feita aos 18 dias após a germinação. Os isolados indutores foram pulverizados nas concentrações de 0, 10<sup>5</sup>, 3x10<sup>5</sup> e 6x10<sup>5</sup> conídios/mL, e nos períodos de 24, 48, 72 horas que antecederam a inoculação com isolado virulento. Os isolados virulentos foram inoculados na concentração 3x10<sup>5</sup> conídios/mL e as avaliações foram feitas nove dias após determinando-se a severidade da brusone em 20 plantas. Os resultados dos dois experimentos foram analisados pelo programa SPSS (SPSS 11.0).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Considerando-se as médias de todos os tratamentos (Tabela 1) as plantas tratadas com o indutor de resistência apresentaram uma redução significativa da severidade da brusone nas folhas de 93,80% para a cultivar Metica-1 e de 85,87% para a cultivar Cica-8 em relação às suas respectivas testemunhas. A análise da variância da severidade de brusone nas folhas em Cica-8 apresentou uma interação significativa entre a concentração e o intervalo de aplicação do indutor. A aplicação do indutor de resistência 24 horas antes da inoculação do isolado virulento não mostrou diferença entre as concentrações do indutor, mas a aplicação do indutor 48 horas antes apresentou uma maior indução com as

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, PhD em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, cristina@cnpaf.embrapa.br;

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179. Bolsista DCR CNPq;

<sup>3</sup> Biólogo, PhD em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179



concentração de  $6 \times 10^5$  e  $3 \times 10^5$  conídios  $\text{mL}^{-1}$ . Por outro lado, quando a concentração do indutor foi de  $10^5$  conídios  $\text{mL}^{-1}$  foi aplicada 72 horas antes da inoculação houve uma menor severidade da brusone em relação aos intervalos de 24 e 48 horas. A análise de variância de Metlica-1 indicou que houve indução em todas as concentrações, em cada período, diferindo significativamente da testemunha, porém não houve interação significativa entre as concentrações e o período de aplicação do indutor.

Tabela 1. Severidade da brusone nas folhas (%) em relação a época de aplicação e concentração do indutor de resistência, na cultivar Cica-8.

Concentração (conídios. $\text{mL}^{-1}$ )	Período de aplicação do indutor (horas antes da inoculação)		
	24	48	72
0 (testemunha)	23,05 a <sup>1</sup>	23,05 a	23,05 a
$1 \cdot 10^5$	3,85 b A <sup>2</sup>	2,15 b A	11,7 b B
$3 \cdot 10^5$	2,48 b AB	0,85 c A	4,18 b B
$6 \cdot 10^5$	1,72 bB	0,3 cA	2,09 bB

<sup>1</sup>Medias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Medias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

A resistência induzida manifestou-se através da redução da área foliar afetada e no tipo de lesão produzida em Cica-8 (Figura 1). Na testemunha, as lesões foram esverdeadas, encharcadas, sem borda definida, centro cinza e coalescentes. Nos tratamentos em que as concentrações do indutor foram de  $6 \times 10^5$  e  $3 \times 10^5$  conídios  $\text{mL}^{-1}$  foram observados tipos de lesões representadas por notas 1 e 3. As lesões do tipo 1 caracterizam-se por serem pontuais, não abertas, definidas como reação de hipersensibilidade e as lesões tipo 3 caracterizam-se por serem isoladas, de forma arredondada, com borda marrom e definida e o centro esbranquiçado. Nestes tratamentos foram observadas poucas lesões do tipo 4.

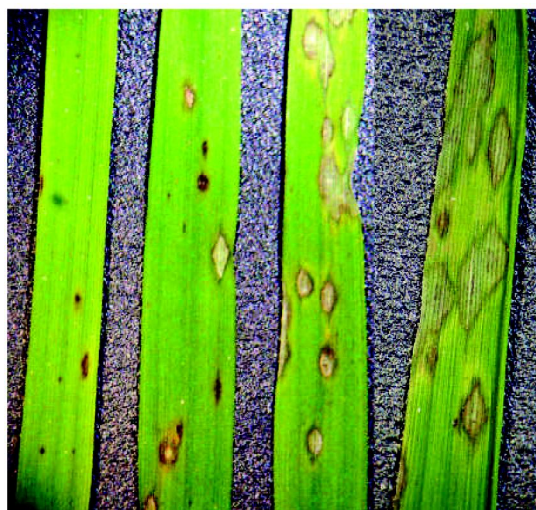


Fig. 1. Sintomas da brusone nas folhas na cultivar Cica-8 após a indução de resistência nas concentrações do indutor (Py-1050) de  $6 \cdot 10^5$ ,  $3 \cdot 10^5$  e  $10^5$  (conídios.  $\text{mL}^{-1}$ ) aplicado 48 horas antes da inoculação do isolado virulento (Py-435).

**CONCLUSÕES:** No presente trabalho foi comprovada a indução de resistência em plantas de arroz à *M. grisea* utilizando-se como indutor um isolado avirulento do mesmo organismo. Foi observado que houve um gradiente de indução, isto é quanto maior a concentração do agente indutor menor a área foliar afetada pela brusone acompanhada de uma mudança no tipo de lesão. As plantas que receberam as doses mais altas do indutor, combinadas com o intervalo correto de aplicação apresentaram lesões do tipo 1 e 3, comparadas com lesões do tipo 4 a 9 observadas nas plantas testemunhas

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLOR, H. H. Current status of the gene-for-gene concept. **Annual Review Phytopathology** 9:275-296. 1971.

JAROSCH, B.; KOGEL, K. H.; SCHAFFRATH, U. The ambivalence of the barley *Mlo* locus: Mutations conferring resistance against powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) enhance susceptibility to the rice blast fungus *Magnaporthe grisea*. **Mol. Plant-Microbe Interact.** 12:508-514. 1999.

KUC, J. and SROBE, N. Induced resistance using pathogens and nonpathogens. In.: JAJAMOS, E.G. & PAPAIVIZAS, R.C. (Eds.). **Biological control of plant diseases**. NATO ASI Series, Plenum, NY..p.295-303. 1992.

RIBEIRO DO VALE, F.X., PARLEVLIE, J.E. & ZAMBOLIN, L. Concepts in plant disease resistance. **Fitopatologia Brasileira.** 26:577-589.2001.

SCHENK, P.M.; KAZAN, K. WILSON, I.; ANDERSON, J.P.; RICHARMOND, T.; SOMERVILE, S.C.; MANNERS, J.M. Coordinated plant defense responses in *Arabidopsis* revealed by microarray analysis. **Proceeding of the National Academy of Science**, v. 97, n.21, p. 11655-11660. 2000.

## EFEITO DA ADUBAÇÃO COM SILÍCIO NA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS E PRODUÇÃO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

CORNÉLIO, V.M.O.<sup>1</sup>, CARVALHO, V.L.<sup>2</sup>, CUNHA, R.L.<sup>2</sup>, GUIMARÃES, P.T.G.<sup>2</sup>, REIS, M.S.<sup>2</sup>, SOARES, A.A.<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** O efeito da nutrição mineral das plantas é quase sempre analisado em termos de aumento de produtividade. No entanto, ela também tem efeitos na qualidade do produto colhido e na sua resistência ao ataque de doenças e pragas. Embora os fisiologistas não reconheçam o silício como elemento essencial, existe ampla evidência de que quando disponível para as plantas o Si tem importante papel no crescimento, na nutrição mineral, e também aumenta a resistência mecânica a doenças causadas por fungos, ao ataque de pragas e melhora as condições químicas adversas (Alcoforado, 1996). A tradição da adubação com silício para a cultura do arroz, vem da Ásia, com destaque para as pesquisas desenvolvidas no Japão, Coréia e Filipinas. Segundo De Datta (1981) cerca de um terço da área cultivada com arroz no Japão é deficiente em silício e recomenda para aplicação no campo 1,5 a 2,0 t/ha. No Brasil diversos estudos tem sido realizados com objetivos de verificar o efeito do silício na produção de grãos e também no controle de doenças do arroz. Segundo Datnoff et al. (1991), o efeito do Si sobre a incidência de doenças no arroz é ainda mais marcante quando se aplicam doses elevadas de nitrogênio, pois a adubação nitrogenada deixa o arroz mais sensível às doenças, particularmente ao ataque da *P. grisea* (brusone). A incidência de doenças é menor quando o teor de Si no tecido da planta é maior. Korndörfer & Gascho (1999), estudando diferentes fontes de Si na alteração das características químicas de um solo cultivado com arroz verificaram que tanto os solos como as plantas foram afetadas pelas fontes e doses de Si utilizadas. Atualmente o manejo de doenças na cultura do arroz, principalmente com relação ao controle da brusone, que é a principal doença, tem sido feito pela utilização de cultivares mais resistentes e também com o uso de fungicidas. Embora estes métodos diminuam a incidência da doença, a complexidade de raças do patógeno causa quebra da resistência nos primeiros anos de lançamento das cultivares. Quanto ao uso de fungicidas, além de ser um insumo de custo elevado e de alta tecnologia, que nem

<sup>1</sup> Pesquisadora EPAMIG/CTSM, caixa postal: 176, CEP 37200-000 Lavras- MG Fone: (35)8216244, email: vanda.cornelio@epamig.ufla.br

<sup>2</sup> Pesquisador EPAMIG/CTSM/Lavras-MG,

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Depto de Agricultura, UFLA, Lavras, MG.

sempre é adequada a agricultura familiar, pode trazer sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Assim a alternativa de melhorar a adubação mineral dos solos com a utilização do Si pode contribuir para reduzir a ocorrência de doenças e conseqüente aumento de produção na cultura do arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG no município de Patrocínio-MG no ano agrícola de 2004/05, e as análises de laboratório foram realizadas no Laboratório de Patologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O ensaio foi conduzido no sistema de terras altas utilizando a cultivar Primavera. As parcelas foram compostas de cinco linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,40 m entre si, com densidade de semeadura de 80 sementes/m. A adubação de plantio e a adubação de cobertura realizada aos 45 dias foram feitas conforme recomendação para a cultura. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro doses de uma fonte natural de Silicato correspondendo a 500, 1000, 2000 e 4000 kg/ha e mais a testemunha (sem aplicação). O material silicatado natural foi aplicado a lanço nas parcelas e incorporado. A fonte de Silicato utilizada apresenta a seguinte composição química: 62,4% SiO<sub>2</sub>, 6,8% CaO, 3,5% MgO, 4,9% K<sub>2</sub>O, 0,92% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 13,2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,2% Na, 3,1% Fe e outros elementos em menor concentração com S, Mn, Cu, Zn, Mo, B e Cl. As características avaliadas foram: altura de plantas, foi considerada a média de cinco plantas por parcela, medindo-se cada planta do solo a extremidade da panícula mais alta; produção, peso das sementes da área útil de cada parcela após a colheita e secagem para 13% de umidade. Foram avaliadas as principais doenças da cultura do arroz: brusone na folha e no pescoço da panícula, mancha parda e mancha de grãos. A avaliação foi visual em toda área útil da parcela seguindo escala de notas adotada pela EMBRAPA (1977). Para avaliar a qualidade sanitária das sementes produzidas foram realizadas as análises utilizando-se o Blotter test avaliando-se 200 sementes por parcela. As avaliações do teste de sanidade seguiram metodologia descrita por Neergaard (1979). Os dados resultantes das avaliações do experimento foram submetidos à análise de variância, e em seguida ao teste de média de Scott-Knott e a análise de regressão de acordo com Ferreira (2000).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas características avaliadas de altura de plantas, produção, brusone nas folhas, brusone no pescoço, mancha de grãos e mancha parda apresentados na Tabela 1, verifica-se que não houve diferença significativa entre as doses de Si testadas. Estes resultados diferem de outros trabalhos, onde a aplicação de Si foi favorável ao melhor desempenho das plantas, segundo Korndörfer & Gascho (1999), tanto os solos como as plantas são afetados pela fonte e doses de Si utilizadas. A análise sanitária das sementes colhidas no ensaio revelaram diferenças significativas para os fungos *P. Grisea* e *Phoma sorghina*, deve-se ressaltar que ambos tiveram incidência bastante elevada nas sementes. O estudo de regressão entre o percentual de *P. Grisea* nas sementes e as doses de Si testadas (Figura 1), indicam que até a dosagem de 2000 Kg/ha de silicato houve uma redução do patógeno, e a partir desta dose a incidência permaneceu estável. Embora o percentual do patógeno tenha permanecido em níveis elevados observa-se efeito positivo da adubação com Si na melhoria da qualidade sanitária das sementes de arroz.

**Tabela 1.** Valores médios de altura de plantas; produção; ocorrência de Brusone nas folhas, pescoço e grãos, e, mancha parda em arroz submetido a diferentes doses de silicato. Lavras, MG, 2006.

Doses de Silicato (kg/ha)	Altura de plantas (cm)	Produção (Kg/ha)	Brusone folhas (notas)	Brusone pescoço (notas)	Mancha de grãos (notas)	Mancha parda (notas)
0	86,7 a	1.697 a	4,0 a	5,0 a	3,0 a	3,0 a
500	88,7 a	1.590 a	3,5 a	4,5 a	3,0 a	3,0 a
1000	91,2 a	1.768 a	3,5 a	4,0 a	3,0 a	3,0 a
2000	89,2 a	1.617 a	3,5 a	4,0 a	3,5 a	4,0 a
4000	86,2 a	1.822 a	4,0 a	4,0 a	3,0 a	3,5 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott- Knott ao nível de significância de 5%.

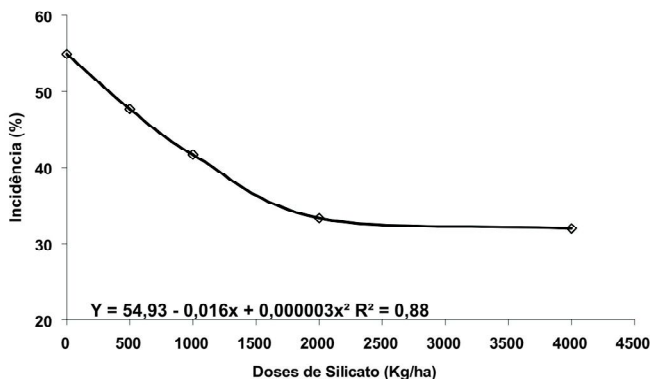


Fig. 1. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da incidência de *P. grisea* em arroz submetidos a diferentes doses de silicato. Lavras, MG, 2006.

Para o fungo *Phoma sorghina* (Figura 2), verifica-se praticamente o mesmo comportamento, o percentual deste patógeno nas sementes diminuiu até a dose de 2000Kg/ha e a partir daí permaneceu o mesmo. *Phoma sorghina* é um dos principais patógenos causadores de mancha de grãos em arroz, depreciando muito a qualidade do produto. Pode-se observar que como para *P. grisea* a adubação com Si mostrou-se favorável a diminuição de *Phoma sorghina* nas sementes, mas a incidência do patógeno permaneceu elevada.

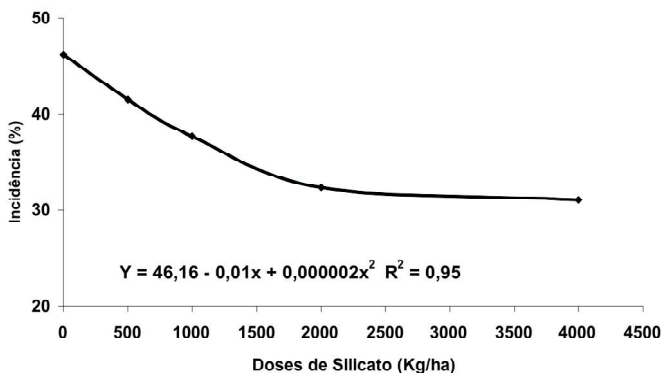


Fig. 2. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da incidência de *Phoma* em arroz submetidos a diferentes doses de silicato. Lavras, MG, 2006.

**CONCLUSÕES:** Pode-se concluir que a adubação com Si diminuiu a incidência dos fungos *P. grisea* e *Phoma sorghina* nas sementes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALCOFORADO, P.A.U.G., **Aspectos do Silício no sistema solo-planta**: UFLA, 1996. 53p. (datilografado).

DE DATTA, S. K. **Principles and practices of rice production**. New York, J. Willey & Sons, 1981. 618p.

DATNOFF, L. E.; RAID, R.N.; SNYDER, G. H. JONES, D. B. Effect of calcium silicate slag on blast and brown spot intensities and yield of rice. **Plant Disease**, v.75, p. 729-732, 1991.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Pesquisa em arroz**. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão- CNPAF. 106p. 1977.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, SP. **Programa e Resumos...**São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

KORNDÖRER, G.H.; GASCHO, G. J. Avaliação de fontes de Silício para o arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 23, Pelotas, 1999. **Anais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 313-316.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**, 1ªed. London. Mac Millan Press. 1977, vol I e II. 1187p.

## **AVALIAÇÃO DE VARIEDADES DE ARROZ CULTIVADAS NO ESTADO DO MARANHÃO PARA ANTIBIOSE A NINFAS DE *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)**

SOUZA<sup>1</sup>, J. R. de; FERREIRA<sup>2</sup>, E.; CHAGAS<sup>3</sup>, E. F. das

**INTRODUÇÃO:** O Estado do Maranhão é um grande produtor e consumidor de arroz no Brasil, situando-se na posição de quarto produtor nacional e terceiro em área plantada. Na safra 2004/ 05 o nordeste alcançou uma produção de 1.258.000 t, desse total o estado do Maranhão contribuiu com 818.000 t (Valois, 2006). Nos últimos 20 anos há uma forte tendência de queda na produção no Estado num ritmo médio de 2,2% a.a. (Mendez Del Villar et al., 2001). Entre as prováveis causas que contribuíram para a existência desse cenário, destaca-se o baixo nível de tecnologia praticado nesse Estado, bem como a ocorrência de pragas a exemplo, do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860. A possibilidade de se obter cultivares resistentes do tipo antibiose ao percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stal, 1860) desponta como tática ideal de controle, pois não promove desequilíbrio ambiental; seu efeito é cumulativo e persistente; não é poluente; não acarreta ônus ao custo de produção e, finalmente, não exige conhecimentos específicos, por parte dos agricultores para a sua utilização (Lara, 1991). Partindo-se do pressuposto de que sendo o estado do Maranhão detentor de acentuado banco de germoplasma de variedades de *Oryza sativa* L., é possível detectar fontes de resistência ao ataque da *T. limbativentris*.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em condições de telado na Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antonio de Goiás-Go. Inicialmente, as 60 variedades e quatro testemunhas (Cica 8, Bonança, Br Irga 409 e Primavera) foram semeadas conforme delineamento de blocos aumentados de Federer, para uma pré-seleção. Foram utilizados 10 blocos, cada um contendo seis das 60 variedades e as quatro testemunhas. Vinte dias após a semeadura as plantas de cada tratamento foram isoladas com gaiolas (0,25m de diâmetro x 0,20m de altura), e aos vinte cinco dias as plantas foram contadas e infestadas, colocando-se cinco ninfas de segundo instar por cova. Quando apareceram adultos nas testemunhas, cerca de 35 dias após a infestação, esta primeira fase foi encerrada. Os insetos foram coletados acondicionados em sacos de papel e mantidos em congelador por 24h, depois em estufa a 50 °C por 36 horas e a seguir pesados em balança de precisão. A seleção das variedades para a segunda etapa da pesquisa foi feita com base no número de percevejos vivos, colmos normais, massa seca por inseto e, índice de sobrevivência e desenvolvimento. Com base nesses caracteres foram selecionadas 15 variedades das 60 que compuseram a primeira fase do experimento, mais a testemunha Br Irga 409. As variedades selecionadas foram reavaliadas em delineamento experimental de blocos ao acaso com oito repetições com dezesseis tratamentos. Foram colocadas 10 ninfas em cada tratamento. Quatro repetições foram individualmente avaliadas aos 7, 13, 21 e 26 dias, as demais 35 dias após a

<sup>1</sup> Estudante de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão/ UEMA.

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 753756-000, Sto. Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Prof. Dr. Entomologia, Depto de Fitotecnia e Fitossanidade, UEMA São Luís, MA. e-mail: evandro@uema.br

infestação. Os caracteres utilizados para detectar indícios de resistência do tipo antibiose foram: número de insetos sobreviventes (NTI), massa seca/mg (MSI), superfície corporal / mm<sup>2</sup>(SPI), índice de crescimento e desenvolvimento (ISD) e dias de vida (DDV). Nas análises estatísticas utilizou-se o programa (SAS Institute, 1990) e as médias comparadas pelo Teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade. Foram realizadas três tipos de análises: a) considerando somente os dados obtidos nas repetições avaliadas aos 7, 13, 21 e 26 dias após a infestação; b) considerando somente os dados das quatro repetições avaliadas aos 35 dias após a infestação e; c) considerando os dados obtidos nas oito repetições.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1, se observa que a sobrevivência das ninfas sofreu redução no decorrer do tempo vindo a se estabilizar em torno de 50% aos 35 dias. O sintoma de coração morto decresceu até aos 21 dias, a partir do qual aumentou progressivamente até o final do experimento.

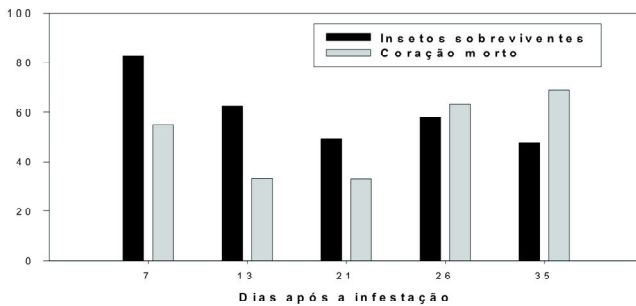


Fig. 1. Sobrevivência de ninfas de *Tibraca limbativentris* e desenvolvimento do sintoma "coração morto" nas variedades de arroz cultivadas no estado do Maranhão.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das quatro repetições, individualmente avaliadas nas diferentes datas (7, 13, 21 e 26 dias) e das quatro repetições avaliadas na mesma data (35 dias) após a infestação.

Tabela 1. Resultados obtidos aos 7, 13, 21, 26 e 35 dias após a infestação com ninfas de *Tibraca limbativentris*. Santo Antônio de Goiás, GO. 2005

Variedades	7, 13, 21 e 26 dias				35 dias			
	NTI <sup>1,2</sup>	MSI	SPI	ISD	NTI <sup>1,2</sup>	MSI	SPI	ISD
Arroz Misturado	5,8a	77,5ab	17,1a	3,4a	4,0ab	50,8ab	88,7a	3,9a
Agulha	6,0a	76,3ab	13,3a	4,0a	4,5ab	57,9ab	93,7a	4,5a
Arroz Comum	5,5a	118,5ab	18,4a	3,8a	2,8b	43,3b	69,0a	2,6a
Branco Tardão	6,3a	116,8ab	21,1a	4,0a	4,5ab	57,3ab	89,3a	4,4a
Bico Ganga	7,5a	119,0ab	15,6a	5,3a	5,8ab	51,5ab	86,9a	5,4a
Come Cru Vermelho	5,8a	75,5ab	16,1a	3,9a	3,8ab	79,8a	96,0a	3,7a
Cutião	6,0a	112,5ab	18,9a	4,0a	5,8ab	63,0ab	96,4a	5,4a
Desconhecido Branco	4,8a	61,5b	13,5a	3,0a	3,8ab	63,0ab	97,6a	3,5a
Gojoba Ligeiro	6,5a	97,3ab	18,8a	4,3a	5,3ab	55,8ab	87,1a	5,1a
Marabá Branco	5,5a	75,0ab	19,0a	3,1a	4,0ab	52,6ab	89,2a	4,0a
Nenezinho	7,3a	96,3ab	18,3a	5,1a	6,3a	52,1ab	80,9a	5,6a
Pingo D'água	7,3a	89,0ab	14,7a	4,9a	5,8ab	64,1ab	91,3a	5,3a
Taboca	5,3a	93,3ab	20,7a	3,9a	4,5ab	63,8ab	96,5a	4,1a
Vermelho	7,3a	137,8a	21,8a	5,0a	5,8ab	59,6ab	90,9a	5,6a
Vermelho Agulha	6,3a	77,8ab	14,4a	3,9a	4,8ab	59,0ab	91,2a	4,7a
Br Irga 409	6,8a	98,8ab	15,0a	4,4a	5,3ab	38,9b	68,4a	5,3a
Média	6,2	95,2	17,3	4,1	4,8	57,0	88,3	4,6
CV	13,3	23,9	15,4	14,8	28,3	22,8	19,2	23,3

<sup>1</sup>NTI = Número de *Tibraca* recuperados vivos, MSI = Massa seca (mg) por inseto, SPI = Superfície corporal por inseto, ISD = Índice de sobrevivência e desenvolvimento, NCV = Colmos vivos normais.

<sup>2</sup>Nas colunas, médias seguidas de mesmas letras não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 0,05.

Conforme Tabela 1, no período de 7 a 26 dias após a infestação observa-se que apenas a variável MSI demonstrou ser influenciada, significativamente pelas variedades, e nesse

sentido a variedade Desconhecido Branco diferiu da variedade Vermelho enquanto as demais ficaram em posição intermediária. Ap s os 35 dias, somente o NTI e a MSI, apresentaram diferenças significativas. O NTI na variedade Nenezinho foi significativamente maior do que o obtido na variedade Arroz Comum. A MSI coletados na variedade Come Cru Vermelho foi significativamente maior do que as obtidas nas variedades Arroz Comum e Br Irga 409 indicando que estas são menos favoráveis a sobrevivência e desenvolvimento das ninfas, reduzindo seu número e massa corporal, em relação às variedades Nenezinho e Come Cru Vermelho. Na Tabela 2 observa-se os dados das análises obtidas nas oito repetições do experimento.

**Tabela 2.** Resultados obtidos das oito repetições após a infestação com ninfas de *Tibraca limbativentris*. Santo Antônio de Goiás, GO. 2005

Variedades	NTI <sup>1,2</sup>	MSI	SPI	ISD	DDV
Arroz Misturado	4,9abc	34,0ab	60,8a	3,7ab	112,4ab
Agulha	5,3abc	35,6ab	64,5a	4,3ab	126,1ab
Arroz Comum	4,1c	30,8ab	56,0ab	3,2b	96,4b
Branco Tardão	5,4abc	39,2ab	67,2a	4,2ab	132,0ab
Bico Ganga	6,6ab	33,6ab	62,9a	5,4a	163,1a
Come Cru Vermelho	4,8abc	47,9a	67,3a	3,8ab	109,3ab
Cutião	5,9abc	40,9ab	69,0a	4,7ab	152,4a
Desconhecido Branco	4,3bc	38,2ab	63,8a	3,3ab	103,1ab
Gojoba Ligeiro	5,9abc	37,3ab	62,7a	4,7ab	142,4ab
Marabá Branco	4,8abc	35,8ab	65,8a	3,6ab	103,8ab
Nenezinho	6,8a	35,2ab	61,7a	5,3a	160,4a
Pingo D'água	6,5ab	39,4ab	65,6a	5,1a	155,8a
Taboca	4,9abc	42,2a	70,6a	4,0ab	124,1ab
Vermelho	6,5ab	40,7a	65,9a	5,3a	160,0a
Vermelho Agulha	5,5abc	36,7ab	61,1a	4,3ab	131,1ab
Br Irga 409	6,0abc	26,9b	42,1b	4,8ab	145,4ab
Média	5,5	37,1	62,9	4,3	132,4
CV	16,9	21,3	18,0	18,5	22,8

Em relação ao NTI as variedades Arroz Comum e Desconhecido Branco foram as que tiveram melhor desempenho quando comparadas com as variedades Bico Ganga, Nenezinho e Vermelho que apresentaram maior número, porém não diferiram entre si. A MSI das variedades Arroz Comum e Br Irga 409, não diferiu entre si, mas foi significativamente menor do que a da variedade Come Cru Vermelho. Até aos 35 dias a SPI dos insetos não foi influenciada pelas variedades em teste. No entanto, quando essas variedades foram analisadas conjuntamente, a SPI foi influenciada pela variedade Br Irga 409, exceto quando comparada com a variedade Arroz Comum. Os ISD nas variedades Arroz Comum e Desconhecido Branco não diferiram entre si, mesmo sendo menores do que a variedade Bico Ganga. O DDV na variedade Arroz Comum diferiu das variedades Bico Ganga, Cutião, Nenezinho, Pingo D'água e Vermelho, que por sua vez não diferiram entre si.

**CONCLUSÕES:** Os efeitos adversos causados pelas variedades Arroz Comum e Desconhecido Branco sobre ninfas de *Tibraca limbativentris* foram significativos, no que diz respeito ao número de insetos vivos, massa seca, índice de sobrevivência e desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LARA, F.M. *Princípios de resistência de plantas aos insetos*. São Paulo: Ícone, 1991, 2 ed. 336p.

MENDEZ DEL VILLAR, P.; DUCOS, A.; FERREIRA, N.L.S.; PEREIRA, J.A.; YOKOYAMA, L. P. **Cadeia produtiva do arroz no Estado do Maranhão**. EMBRAPA MEIO-NORTE, Teresina, 2001,136p

VALOIS, A. A. C. C. **Arroz dourado no maranhão** Disponível em : <<http://www.arroz.agr.br/site/artigos/050805.php>>. Acesso 14 fev. 2006.

## NIVEL DE INFESTAÇÃO DE *Tibraca limbativentris* NA COLHEITA DO ARROZ IRRIGADO, SAFRA 2004/05

LINK, F.M. <sup>1</sup>, LINK, D. <sup>2</sup>, ANTUNES, V.A. <sup>3</sup>, RAMOS, J.P. de <sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO.** A incidência do percevejo grande do arroz, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) tem aumentado, nos últimos anos, na região central do Rio Grande do Sul, especialmente na bacia do rio Ibicuí Mirim, e a maioria dos produtores de arroz s constata sua presença quando o dano é visível e o controle químico tornou-se economicamente inviável (Link et al., 1989; Link, 1998). Uma das alternativas para o controle desta praga é o manejo p s-colheita, com a eliminação do maior número de exemplares hibernantes (Link, 1998), no período de julho a setembro. Ap s a colheita, em no máximo duas semanas, mais de 90% da população existente na lavoura migrou para os locais de hibernação, ao redor da área cultivada (Link et al., 1996) permanecendo ali até meados de novembro, iniciando o retorno à lavoura quando o arroz inicia o perfilhamento (Trujillo, 1970). Para que este sistema funcione a contento, uma amostragem prévia da população infestante no momento da colheita é fundamental para se saber a densidade de insetos hibernantes e que irão infestar o pr ximo cultivo. A falta de informações sobre a densidade populacional deste hemíptero, no momento de colheita, para subsidiar um programa de manejo p s-colheita motivou o presente trabalho.

**MATERIAL E MÉTODOS.** Dez lavouras cultivadas com arroz irrigado, de diferentes variedades, mas todas com ciclo similar, localizadas na margem esquerda do Rio Ibicuí Mirim, no 7º distrito de Santa Maria, três áreas foram colhidas, no terceiro decênio de fevereiro de 2005 (colheita precoce), quatro no terceiro de março (colheita normal) e três no final de abril (colheita tardia). Cada lavoura da colheita de fevereiro ocupou uma área aproximada de cinco hectares, sendo que uma achava-se em local não sujeito às enchentes inverniais peri dicas do rio e, as outras duas, em área parcialmente e totalmente inundável, respectivamente. A área parcialmente inundável ficou submersa entre três e cinco dias, em julho/agosto de 2004 e a totalmente inundável entre dez e doze dias, na mesma época. Toda a vegetação herbácea existente nas lavouras e redondezas ficou coberta pela água. O manejo e tratos culturais foram os mesmos nestas três lavouras e a semeadura ocorreu no início de setembro de 2004. A floração ocorreu no final de dezembro de 2004 quando se avaliou o nível de infestação do percevejo grande e a densidade de panículas danificadas por esta praga. O nível de infestação foi determinado, anotando-se a freqüência de percevejos em 5 m de taipa, entre 14 e 16h, em dez locais/lavoura. A densidade de panículas danificadas foi avaliada, utilizando-se de um quadro de madeira, (0,5m x 0,5m), jogado aleatoriamente em 20 locais /lavoura, anotando-se o número de panículas, danificada e total. Quatro lavouras, com diferentes tamanhos de área cultivada foram colhidas no terceiro decênio do mês de março e outras três em final de abril de 2005. Diferentes cultivares foram utilizadas nestas lavouras, mas todas com ciclos similares de cultivo. Densidade de semeadura e tratos culturais semelhantes nas quatro lavouras. Não houve deficiência de irrigação. Três das quatro áreas (colheita normal) sofreram submersão total da área durante mais de dez dias e, apenas uma, ficou parcialmente submersa por três dias,

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre. Rua Conde de Porto Alegre, 891/504A. Santa Maria, RS. CEP:97015-110. Fone: (55)32232665.

linkfml@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Doutor em Ciências. UFSM. Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo. CPG Agronomia. UFSM. Santa Maria, RS.

<sup>4</sup> Acadêmico de Agronomia. Bolsista BIC/FIPE-UFSM. Santa Maria, RS.



durante os meses de julho e agosto de 2004 (Tabela 3). Em duas das áreas totalmente submersas pela enchente, o canal elevado de irrigação teve sua vegetação herbácea queimada em meados de agosto de 2004. Das áreas de colheita tardia, uma das lavouras sofreu, no período julho/agosto de 2004, inundação parcial da área, ficando submersa por cinco dias, com alguns locais fora da área submersa, e as outras duas estavam localizadas em área não inundável da várzea do rio (Tabela 4). A densidade de infestac o do percevejo, no momento da colheita, foi avaliada retirando-se uma amostra de cerca de três litros do resíduo grosseiro (peneira superior), na peneira da pré-limpeza, de cada roboque graneleiro, com capacidade de 3000 kg de grãos (60 sacos)/carga que chegou ao galpão do secador. Os espécimens do percevejo grande do arroz existentes em cada amostra foram quantificados (Tabelas 2 e 3) e os resultados obtidos foram submetidos   análise estatística (Nakano et al., 1981).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO.** Na colheita de fevereiro, a lavoura de coxilha ( rea não sujeita   enchente) apresentou a maior freq ncia do inseto e a maior densidade de panículas danificadas (Tabela 1). O rendimento médio de produ o foi de 6600 kg de grãos ha<sup>-1</sup>, para cada uma das três lavouras, indicando uma perda estimada em 800 kg.ha<sup>-1</sup> em rela o ao que foi colhido nesta lavoura. Nas outras duas lavouras os danos foram estimados em 60 kg na lavoura total inundada pela enchente e de 180 kg de grãos naquela com enchente parcial. Estes dados corroboraram com os resultados de Veronez et al. (1998) de que quanto maior a infestac o maior   o dano. A popula o infestante do percevejo, no momento da colheita foi variável nas três lavouras (Tabela 2), diferindo significativamente entre si. A lavoura, cuja área não sofreu enchente apresentou a maior densidade média do percevejo, aproximadamente quatro vezes maior do que aquela que ficou parcialmente submersa e de 27 vezes maior que aquela inundada totalmente, concordando com as assertivas de Link (1998), quanto   importância da elimina o da popula o hibernante sobre o nível de infestac o na safra seguinte. A inunda o total da área da lavoura na p s-colheita, por período superior a 10 dias, reduziu significativamente a popula o hibernante, verificando-se baixa infestac o na lavoura subsequente, provavelmente com prejuízo pouco expressivo na produtividade. Mesmo com inunda o parcial por poucos dias, já ocorreu uma redu o drástica na popula o infestante, com queda nos prejuízos causados pelo ataque da praga (Tabela 1), demonstrando a importância deste tipo de manejo no controle desta praga.

**Tabela 1.** Nível de infestac o e de dano do percevejo grande do arroz (*Tibraca limbativentris*), em três lavouras de arroz na bacia do Rio Ibic  Mirim. Santa Maria, RS. Colheita fevereiro de 2005.

lavoura	enchente prévia categoria*	percevejo/flor			dano panícula	
		M*	A*	CV*	%*	kg*
coxilha	ausente	3,2	1-7	52,7	12	800
várzea - 1	total	0,2	0-1	210,4	< 1	60
várzea - 2	parcial	0,4	0-2	144,0	< 3	180

Categoria\*: categoria de enchente, antes da semeadura – ausente: não sofreu inunda o; total –  rea ficou submersa por 10 a 12 dias; parcial:  rea ficou submersa por trás a cinco dias. M\* - densidade média de exemplares do percevejo em 5 m de taipa, entre 14h e 16 horas. A\* - amplitude: menores e maiores densidades/amostra; C V(%) - coeficiente de varia o entre as amostras. %\* - porcentagem de panículas chochas pelo ataque do percevejo na haste, antes da emissão da panícula; kg\* - redu o da produ o estimada em fun o do dano do percevejo nas panículas.

**Tabela 2.** Freq ncia do percevejo grande do arroz (*Tibraca limbativentris*), no momento da colheita em fevereiro de 2005, de três lavouras de arroz irrigado. Santa Maria, RS.

Lavoura	Enchente prévia Categoria*	Densidade do percevejo/amostra			
		N*	M*	A*	CV(%)
Coxilha	ausente	10	195,20a	59-407	55,47
Várzea-1	total	31	7,13c	2-14	53,00
Várzea-2	parcial	13	52,08b	17-102	37,74

Categoria\*: categoria de enchente, antes da semeadura – ausente: não sofreu inunda o; total –  rea ficou submersa por 10 a 12 dias; parcial:  rea ficou submersa por trás a cinco dias. N\* - número de amostras ou graneleiros colhidos; M\* - densidade média de exemplares do percevejo em três litros de resíduo grosseiro na pré-limpeza, A\* - amplitude: menores e maiores densidades/amostra; CV(%) - coeficiente de varia o entre as amostras.

**Tabela 3.** Frequência do percevejo grande do arroz, *Tibraca limbativentris*, em quatro lavouras de arroz, colhidas em março e em abril de 2005, na bacia do Rio Ibicuí Mirim, Santa Maria, RS. Safra 2004/05

lavoura	área ha	percevejo grande do arroz			
		N*	M*	A*	CV%
Colheita: março 2005					
várzea - 4(T)*	12	45	8,73	0-34	100,75
várzea - 5(P)*	8	16	18,38	11-42	80,98
várzea - 6(T)**	8	24	1,25	0-5	106,16
várzea - 7(T)**	8	22	2,00	0-7	111,48
Colheita: abril 2005					
várzea - 8(A)*	4,8	10	67,30	31-101	29,17
várzea - 9(A)*	5,0	28	113,46	49-292	56,81
várzea - 10(Q)*	5,4	22	37,72	2-61	45,48

(T)\* : lavoura totalmente submersa por enchente por mais de dez dias em julho/agosto de 2004; (P)\*: lavoura parcialmente submersa por três dias em julho/agosto de 2004.(T)\*\*: lavoura totalmente submersa por mais de dez dias e com queima da vegetação dos canais elevados de irrigação. (A)\* : lavoura sem submersão por enchente em julho/agosto de 2004; (Q)\*: lavoura parcialmente submersa por cinco dias em julho/agosto de 2004. N\*: número de amostras colhidas. M\*: densidade média de infestação do percevejo grande do arroz; A\* - amplitude. CV(%): coeficiente de variação em porcentagem, entre as amostras de cada lavoura.

A densidade média de infestação do percevejo grande do arroz foi maior na lavoura parcialmente submersa pela enchente (Tabela 3), cerca de duas vezes maior que àquela que foi totalmente inundada e não sofreu queimada da vegetação do canal de irrigação e mais de nove vezes maior que àquelas onde além da enchente houve a queimada. A redução da população hibernante do percevejo, seja pela enchente, seja pela enchente mais a queima da vegetação herbácea nos locais não submersos, conduziu a uma pequena infestação do percevejo durante o ciclo do cultivo do arroz, indicando que, poucos exemplares hibernantes desenvolvem baixas densidades populacionais na lavoura, causando danos pouco expressivos, eliminando a necessidade de controle químico durante o ciclo da cultura, corroborando com as assertivas de Link (1998) quanto à eficácia do controle p s-colheita na infestação subsequente.

As lavouras, onde a enchente de julho/agosto de 2004 (Tabela 3) não cobriu a área, apresentaram as maiores densidades médias de percevejos, no momento da colheita, concordando com as assertivas de Trujillo (1970) e Link (1998), quanto à importância da população hibernante no nível de infestação deste percevejo na cultura do arroz irrigado. As duas lavouras com ausência prévia de enchentes (Tabela 3), apresentaram densidades médias muito superiores àquela que sofreu enchente parcial, possivelmente devido a uma redução parcial da população hibernante naquela submersa em parte, similar ao referido por Link (1998).

**CONCLUSÕES.** Independente da época de semeadura, e conseqüentemente de colheita, a população do percevejo grande do arroz foi dependente da população infestante inicial, ou seja, da população hibernante existente nas proximidades da lavoura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LINK, D. Controle de *Tibraca limbativentris*, p s-colheita em arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6, Goiânia, 1998. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-ARROZ E FEIJÃO, 1998. p. 347-349.
- LINK, D., COSTA, E.C., TARRAGÓ, M.F.S. Pentatomídeos da região central do Rio Grande do Sul (Heteroptera). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18, Porto Alegre, 1989. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1989. p. 346-353.
- LINK, D.; NAIBO, J.G.; PELENTIR, J.P. Hibernation sites of the rice stalk stink bug, *Tibraca limbativentris*, in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil. **International Rice Research Institute Notes**, v.21, n.2-3, p. 78, 1996.
- NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. Piracicaba: Livrocetes, 1981. 314p.

TRUJILLO, M.R. **Contribuição ao conhecimento e biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) praga da cultura do arroz.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1970. 63p. (Dissertação de Mestrado).

VERONEZ, A.B.C.; MARTINS, J.F. da S.; TAVARES, L.F. da S.; et al. Associação de densidades populacionais do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) e produção de grãos em arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6, Goiânia, 1998. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-ARROZ E FEIJÃO, 1998. p. 361-364.

## FAUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DO ARROZ DE SEQUEIRO EM SANTA MARIA, RS

LINK, D. <sup>1</sup>, LINK, F.M. <sup>2</sup>, ANTUNES, V.M. <sup>3</sup>, RAMOS, J.P. de <sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO.** O cultivo de arroz, em várzeas úmidas, nas pequenas propriedades, tem se expandido, aumentando sua importância como alternativa de fonte de renda para este grupo de agricultores. A área cultivada em arroz de sequeiro ocupa menos de 0,5 ha por propriedade e, entre os problemas verificados nas lavouras, a presença de insetos fitófagos e de roedores foi uma constante, sendo frequentemente causa de insucesso neste tipo de cultivo e de desistência por muitos produtores. Procurando conhecer melhor a entomofauna do arroz de sequeiro, para subsidiar um programa de manejo de pragas na cultura realizou-se o presente trabalho.

**MATERIAL E MÉTODOS.** Nas safras agrícolas, 2003/04 e 2004/05, acompanharam-se algumas áreas de cultivo de arroz de sequeiro, c.v. Primavera, no distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria, com a coleta quinzenal, de amostras de insetos, ocorrentes na cultura, utilizando-se da rede de varredura e complementada com a observação visual. A coleta com rede foi realizada passando-se a mesma sobre a parte superior da planta, sendo que cada dez redadas de cerca de 1m de comprimento constituiu uma amostra. Em cada lavoura e cada ocasião, coletaram-se quinze amostras. As amostras foram triadas em laboratório, com a identificação das espécies até o nível possível, com a literatura disponível e, alguns materiais foram enviados a especialista para determinação. A observação direta foi realizada, utilizando-se de um quadro de madeira de 0,5m x 0,5m, da emergência até o final do perfilhamento, para avaliação da infestação da lagarta militar, *Spodoptera frugiperda* e da broca do colo, *Elasmopalpus lignosellus*. Em cada ocasião e cada lavoura avaliada, contaram-se dez locais.

Através da observação direta e de ratoeiras estudou-se a ocorrência e danos de roedores em três lavouras, nas safras 2003/04 e 2004/05.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO.** Na safra 2003/04, a semeadura foi realizada, nas oito lavouras avaliadas, em meados de novembro. A estiagem que ocorreu logo após a emergência permitiu constatar elevada infestação da lagarta militar, *Spodoptera frugiperda*, com até 25 lagartas/m<sup>2</sup>. A aplicação de inseticidas piretróides nestas áreas controlou a infestação, verificando-se situações em que o desfolhamento foi superior a 50%; a praga, embora controlada, afetou o rendimento final, pois, a produção nestas lavouras foi de 700-800kg/ha, enquanto que em média, o rendimento, nas lavouras sem ataque desta praga, atingiu 1500kg/ha. Em duas lavouras de 1,5 ha cada, a incidência da broca do colo, *Elasmopalpus lignosellus*, foi de tal magnitude que em cerca de 80% da área, houve mortalidade total das plantas no início do perfilhamento. Na safra 2004/05, a incidência

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor. UFSM. Prédio 42. Cidade Universitária. Santa Maria, RS. CEP:97105-900. Fone: (55)32208015. dlink@ccr.ufsm.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Mestre. Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo. CPG Agronomia. UFSM. Santa Maria, RS.

<sup>4</sup> Acadêmico de Agronomia. Bolsista BIC/FIPE-UFSM. Santa Maria, RS.

destas lagartas foi pequena, de modo que não houvesse a aplicação de inseticidas. A avaliação da infestação de *S. frugiperda*, em duas áreas próximas, apresentou uma densidade de 2-3 lagartas/m<sup>2</sup> e um desfolhamento estimado em 15%, em manchas de lavoura. A incidência de *E. lignosellus*, na única lavoura, onde se constatou sua ocorrência, causou a morte de aproximadamente 2% das plântulas, nos locais mais elevados da lavoura. A amostragem com a rede de varredura, apresentou a ocorrência de uma fauna associada bastante diversificada e, geralmente, com baixa frequência, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Entomofauna associada à cultura do arroz de sequeiro, em Santa Maria, RS. Safras 2003/04 e 2004/05.

Grupo de insetos	Nº de espécies		Densidade nas amostras	
	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05
<b>Fitófagos</b>				
Cicadellidae(Hemíptera)	2	2	*	*
Cercopidae(Hemíptera)	2	2	**	**
Coreidae(Hemíptera)	1	1	*	*
Pentatomidae(Hemíptera)	2	2	*	*
Acrididae(Orthoptera)	3	4	*	*
Conocephalinae(Orthoptera)	1	3	**	**
Forficulidae(Dermaptera)	1	1	***	***
Chrysomelidae(Coleóptera)	2	3	***	***
Thrypidae(Thysanoptera)	0	1	—	**
<b>Inimigos naturais</b>				
Reduviidae(Hemíptera)	3	3	*	*
Nabidae(Hemíptera)	0	1	—	*
Coccinellidae(Coleóptera)	0	1	—	*
Syrphidae(Díptera)	1	1	*	*
Chrysopidae(Neuroptera)	1	1	**	**
Braconidae(Hymenoptera)	1	1	*	*
Vespidae(Hymenoptera)	1	1	*	*
<b>Outros</b>				
Lagriidae(Coleoptera)	1	1	*	*
Lampiridae(Coleóptera)	1	1	*	*
Simuliidae(Díptera)	1	1	*	*
Bruchinae(Coleóptera)	1	1	*	*

\* pequena: <1% da população capturada na rede de varredura; \*\* regular: >1<5%; \*\*\* frequente: >5<10%.

Entre os insetos fitófagos, gafanhotos (Acrididae), esperanças (Conocephalinae) e vaquinhas (Chrysomelidae) foram frequentes, mas com um desfolhamento inexpressivo. As duas espécies de cigarrinhas, *Agallia* sp. e *Empoasca* sp., não se alimentam da planta de arroz, mas atacam plantas leguminosas, que são invasoras neste cultivo. As duas espécies de *Deois* capturadas nas lavouras, tanto na forma de adultos como de ninfas, ocorreram principalmente durante a fase de perfilhamento da planta e após a emissão da panícula, não foram mais coletadas. Verificou-se uma pequena diversidade na fauna de predadores e parasitoides, mas com uma população muito baixa, inferior a 10 espécimens/data de coleta. *Tropiconabis capsiformis* (Nabidae), *Cycloneda sanguinea* (Coccinellidae) e *Chrysoperla* sp. (Chrysopidae) foram as espécies de predadores identificadas, sendo que as demais espécies de predadores e parasitoides tiveram sua determinação apenas ao nível de família.

A presença de *Lagria villosa* (Lagriidae) tem sido frequente na área de estudo, sendo de ocorrência em todos os cultivos. O Lampirídeo capturado corresponde a uma

espécie de vagalume, *Pyrophorus* sp. que se alimenta de pólen, ocorrendo na cultura durante a floração. A presença de borrachudos (Simuliidae) é uma constante, na bacia do Rio Ibicuí Mirim e seus afluentes, aparecendo durante o verão em quase todos os lugares, mesmo nas partes altas da região. O caruncho, *Acanthoscelides modestus* (Sharp, 1885) (Bruchinae) coletado nas amostras desenvolve-se nas sementes do angiquinho, *Aeschynomene denticulata*, invasoras das áreas com cultivo de arroz. Entre os roedores, a preá, *Cavia aperea* Erxleben, 1777 (Rodentia: Caviidae), a ratazana, *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (Rodentia: Muridae) e os camundongos silvestres, *Oryzomys* sp. e *Akodon* sp. (Rodentia: Muridae), ocorreram em todas as lavouras, sendo a ratazana e a preá, os mais daninhos e os camundongos, os de maiores densidades. A ratazana e a preá, causaram uma destruição média de plantas de 2m<sup>2</sup>/exemplar/safra, quase sempre nas bordas das lavouras e com baixa densidade de indivíduos, o máximo de exemplares constatado foi de cinco exemplares de cada espécie/lavoura, nas duas safras.. Os camundongos foram constatados a partir da maturação do grão, derrubando as panículas e destruindo os grãos. Seu dano pode ser considerado inexpressivo, devido aproveitarem os grãos das panículas derrubadas pelo preá, a qual se alimenta tão somente do colmo da planta.

**CONCLUSÕES.** A entomofauna associada à cultura do arroz de sequeiro, no município de Santa Maria, com exceção da lagarta militar, *S. frugiperda* e da broca do colo, *E. lignosellus*, apresenta uma relativa densidade de espécies e baixa população das espécies fitofagas, não necessitando, em geral, maiores cuidados fitossanitários, nesta área, bastante diverso do referido em geral para o Brasil, conforme ROSSETTO et al. (1972).

**AGRADECIMENTOS.** Os autores agradecem a Dra. Cibele Ribeiro-Costa, da Universidade Federal do Paraná, a identificação do bruquíneo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROSSETTO, C.J., SILVEIRA NETO, S., LINK, D. et al. Pragas do arroz no Brasil. In: REUNIÃO DO COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMÉRICAS, 2, Pelotas - RS, 1971. **Contribuições técnicas da Delegação brasileira a...** Brasília: Min. Agric./Dep. Nac. Pesq. Agropec., 1972. p. 149 - 248.

## EPIDEMIA DE BRUSONE NA CULTIVAR DE ARROZ DE TERRAS ALTAS RECEM LANÇADA 'BRS COLOSSO'

FILIPPI<sup>1</sup>, M.C.C.; PRABHU<sup>2</sup>, A. S.; SILVA<sup>3</sup>, G. B.; SILVA-LOBO<sup>4</sup>, V. L.; CASTRO<sup>5</sup>, E. M.; MORAES<sup>6</sup>, O. P.

**INTRODUÇÃO:** Uma epidemia de brusone, *Pyricularia grisea* (Cooke) Saccardo [Tel. *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.] ocorreu em diferentes lavouras de arroz plantadas com a cultivar BRS Colosso, a qual foi relatada por diversos produtores, cientistas e extensionistas. Os danos atingiram níveis elevados causando a perda total em algumas lavouras de arroz. As plantas apresentaram sintomas típicos de brusone nos n e entren do colmo e no pescoço das panículas. Sintoma no n é tipicamente

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO Fone (62) 35332176. cristina@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Bi logo, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão/DCR/CNPQ.

<sup>5</sup>Engenheira Agrônoma, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, / Doutor em Genética e melhoramento de plantas, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

observado nas cultivares suscetíveis de arroz irrigado. A natureza destrutiva da brusone em arroz tem sido registrada em diferentes partes de mundo, mas a ocorrência no primeiro ano de lançamento de uma cultivar melhorada causando a perda total de grãos é fato raro, provocando o surgimento de muitas especulações quanto a causa dessa epidemia. Duas aplicações com fungicidas sistêmicos, prática de manejo da doença não foram efetivas no controle da brusone nas panículas da cv. BRS Colosso. A causa da epidemia pode ser atribuída à alta suscetibilidade da cultivar, ao cultivo intensivo aliado ao uso de altas doses e aplicação tardia de nitrogênio, às condições ambientais altamente favoráveis ao desenvolvimento da doença, à ocorrência de uma nova raça do patógeno, ao aumento da frequência de uma raça preexistente, à quebra da resistência vertical e a ausência da resistência parcial, conhecido como efeito vertifolia, e finalmente às sementes infectadas, considerada uma das fontes de inóculo primária. Outras cultivares como BRS Primavera e BRS Bonança, plantadas na mesma ou em áreas vizinhas, foram também afetadas pela doença, mas não sofreram danos elevados como "BRS Colosso". O presente visa registrar a ocorrência da epidemia, em áreas restrita a cultivar BRS Colosso, e relatar os estudos realizados para a identificação das raças e da agressividade de alguns isolados de *P. grisea* coletados nas áreas epidêmicas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Isolados monospóricos de *P. grisea* foram obtidos de lesões esporulativas da brusone nas ramificações de panículas da cv BRS Colosso. As coletas foram feitas nas áreas epidêmicas, em lavouras de arroz localizadas em três Estados, GO, MT e TO. A identificação das raças com base nas cultivares diferenciadoras brasileiras (Prabhu et al., 2002) e internacionais (Ling & Ou, 1969) e foi feita através de inoculações artificiais, em casa de vegetação, descrita por Filippi et al. (1999). As raças foram determinadas baseando-se no tipo de reação, considerando-se apenas a reação suscetível ou resistente. As plantas com os tipos de lesão 0 a 3 foram consideradas resistentes e 4 a 9 suscetíveis. Para determinação de diferenças em agressividade entre isolados de *P. grisea*, seis isolados e três cultivares, 'Colosso' (Kay Bonnet/CNA 7119), 'Liderança' (Kay Bonnet/CNA 7119), 'Bonança' (CT7244-9-2-1-52-1/CT7232-5-3-7-2-1P//CT6196-33-11-1-3-AP) foram utilizadas. Oito linhas de cada cultivar foram plantadas em bandejas plásticas (15 x 30 cm) contendo 3 kg de solo fertilizada com NPK (5g de 5-30-15 + Zn e 3g de sulfato de amônia em cobertura). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema parcelas subdividida. Foi avaliado o número de lesões esporulativas/cm<sup>2</sup> de área foliar e a severidade (0, 5, 25, 50, 75 e 100% área foliar afetada), aos nove dias após inoculação. Os dados foram transformados para  $\sqrt{x}$  e  $\arcsen \sqrt{x}$ , respectivamente e submetidos a análise de variância.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A cultivar BRS Colosso apresentou alta suscetibilidade à todos os 22 isolados, que pertencem, predominantemente, ao patótipo internacional IB-1, e aos patótipos brasileiros, em ordem decrescente, BC-13, BC-9, BB-5, BA-1, BA-5, BB-13 (Tabela 1). A predominância do patótipo IB-1 já havia sido registrado em testes realizados com isolados coletados de 10 cultivares de terras altas, durante os anos de 1986-88 (Prabhu & Filippi, 1989), indicando o patótipo IB-1 já existia de forma predominante em cultivares de arroz de terras altas. As diferenças, entre os isolados, em agressividade nas cultivares testadas encontram-se na Tabela 2. O isolado Py-8766 foi o mais agressivo na Colosso, quando comparado com os demais isolados, embora tenham sido obtidos da mesma lavoura de arroz, município de Água Boa-MT. Entre 12 as cultivares comerciais testadas as cvs. BRS Colosso e BRS Liderança apresentaram reação suscetível para todos os isolados (Tabela 3). As cultivares Carajás e Caiap mostraram reação resistente para 19 dos 20 isolados. Todas as outras cultivares apresentaram reações diferenciais. A predominância do patótipo IB-1, em isolados de origem diferentes e distantes, pode ser atribuída às sementes infectadas, uma fonte primária de inóculo. Sabe-se que as sementes básicas foram multiplicadas originalmente por três produtores, em três

locais no Estado de Mato Grosso, durante 2003-2004. Trezentos e trinta e oito toneladas de sementes produzidas numa área total de 190ha, foram comercializadas para plantio de 5.000 mil hectares no ano 2004/2005.

**Tabela 1.** Identificação das raças internacionais e brasileiras dos isolados de *Pyricularia grisea* coletados de panículas da cultivar Colosso.

Isolado <sup>1</sup>	Local de origem	Raça		Reação cv Colosso
		Internacional	Brasileira	
Py -8762	Água Boa-MT	IB-1	BC-13	9
Py -8766	Água Boa-MT	IB-1	BC-13	9
Py -8767	Água Boa-MT	IB-1	BB-5	9
Py -8769	Água Boa-MT	IB-1	BC-13	9
Py -8770	Água Boa-MT	IC-1	BC-9	7
Py -8784	Água Boa-MT	IB-1	BB-13	9
Py -8788	Água Boa-MT	IB-1	BB-5	7
Py -8789	São Bernardo-GO	IB-1	BC-13	9
Py -8790	São Bernardo-GO	IB-1	BA-1	9
Py -8793	São Bernardo-GO	IB-1	BC-9	5
Py -8794	São Bernardo-GO	IB-1	BB-13	9
Py -8796	São Bernardo-GO	IB-1	BB-13	9
Py -8797	São Bernardo-GO	IB-1	BC-9	9
Py -8798	Uruana-GO	IB-1	BC-9	9
Py -8803	Piu-TO	IB-1	BA-1	9
Py -8806	Piu-TO	IC-1	BB-13	7
Py -8807	Piu-TO	IC-1	BB-13	7
Py -8812	St. Ant. de Goiás	IB-1	BA-1	9
Py -8815	St. Ant. de Goiás	IB-1	BC-9	9
Py -8816	St. Ant. de Goiás	IB-1	BB-5	9
Py -8818	St. Ant. de Goiás	IC-1	BB-5	7
PY-8821	St. Ant. de Goiás	IB-1	BA-5	7

<sup>1</sup>Ano de coleta 2005;

**Tabela 2.** Agressividade de isolados de *Pyricularia grisea* proveniente da cultivar BRS Colosso, em tres cultivares de arroz de terras alatas inoculados em casa de vegetação.

Isolado	Colosso	Liderança	Bonança
	Lesões por folha (cm <sup>2</sup> )		
Py 8766	2.25 aA	1.82 aA	1.24 abB
Py 8810	1.53 bA	1.57 aA	1.31 abA
Py 8789	1.27 bA	1.32 abA	1.34 aA
Py 8806	1.39 bA	1.59 aA	0.96 abB
Py 8770	1.42 bA	1.70 aA	1.28 abB
Py 8762	0.86 bA	0.88 bcA	0.78 bA
	Severidade de brusone (%)		
Py 8766	78.00 aA	74.00 aA	29.40 abB
Py 8810	61.00 bA	63.33 abA	34.63 aB
Py 8789	11.80 bcdA	24.27 bcdB	39.17 aC
Py 8806	41.13 bcA	60.70 bB	14.13 bC
Py 8770	25.37 bcdA	37.27 bcA	26.33 bA
Py 8762	5.37 bcdeA	6.57 bcdeA	3.70 bcA

<sup>1</sup> As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, em coluna não diferem significativamente de acordo com teste de Tukey's ao nível de probabilidade de 0.05.

<sup>2</sup> As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas em linha, dentro de cada isolado, para número de lesões e severidade, não diferem significativamente, de acordo com o teste de Tukey's ao nível de probabilidade de 0.05.

**Tabela 3.** Reação das 12 cultivares melhoras aos isolados *Pyricularia grisea* proveniente da cv. Colosso

Isolado	Cultivares Melhoradas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PY-8762	R	R	S	S	R	R	S	S	R	R	S	S
PY-8767	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R
PY-8769	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R	S
PY-8770	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S	S	S
PY-8784	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S
PY-8788	R	R	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S
PY-8790	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S
PY-8793	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	S	S
PY-8794	R	S	S	S	R	R	S	S	R	R	S	R
PY-8796	R	S	S	R	R	R	S	S	S	R	R	R
PY-8797	R	R	S	R	R	S	S	S	R	S	S	R
PY-8798	R	R	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S
PY-8803	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R	S	R
PY-8806	R	R	S	S	R	R	S	S	R	S	S	S
PY-8807	R	R	R	R	R	R	S	S	R	S	S	S
PY-8812	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S
PY-8815	R	R	S	S	R	R	S	S	R	S	S	S
PY-8816	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R
PY-8818	R	R	S	R	R	S	S	S	R	S	S	R
PY-8821	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S

1-Carajás; 2-Confiança; 3- Maravilha; 4-Primavera; 5-Caiapó; 6-Progresso; 7-Colosso; 8- Liderança; 9- Curinga;10-Conai; 11- Vencedora 12-Bonança.

**CONCLUSÕES:** Uma epidemia de brusone ocorreu em uma cultivar melhorada de arroz BRS Colosso em seu primeiro ano de lançamento em 2003/2004. O pat tipo IB-1 é o predominante dentre os pat tipos de *P. grisea* que infectaram as panículas, em todos os três Estados. A epidemia da brusone não pode ser atribuída a agressividade de pat tipo IB-1, o qual já havia sido relatado em cultivares de arroz de terras altas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILIPPI, M.C., PRABHU, A.S. & LEVY, E.M. Differential compatibility of *Pyricularia grisea* isolates with some Brazilian irrigated rice cultivars. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 24, p.447-450. 1999.

LING, K.C.;OU, S.H. Standardization of the international race numbers of *Pyricularia oryzae*. Phytopathology, St. Paul, v.59, p.339-342. 1969.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAÚJO, L. G. Pathotype diversity of *Pyricularia grisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 27, p. 468-473. 2002

## FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *OEBALUS* SPP. (HEMIPTERA: PENTATÓMIDAE) NO ARROZ IRRIGADO EM VÁRZES TROPICAIS

COUTO, D.<sup>1</sup>; BARRIGOSI, J.A.<sup>2</sup>; FERNANDES, P.M.<sup>3</sup>.

**INTRODUÇÃO:** Os percevejos-das-panículas são pragas importantes na cultura do arroz, tanto nos sistemas irrigados por inundação quanto nos de terras altas, e estão presentes

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia, Empresa Sul Americana deMontagens S/A (Emsa), Aparecida de Goiânia, GO. E-mail: danilocouto@emsa.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail alex@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. em Entomologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. E-mail: pmarta@terra.com.br



em todas as regiões do País. As principais espécies são *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) e *Oebalus ypsolongriseus* (De Geer, 1773). São insetos polívoros, com vários hospedeiros alternativos e facilmente atraídos pela luz. Quando aparecem na fase reprodutiva dos arrozais, durante o enchimento e maturação de grãos, causam redução da produção e na qualidade do produto para a indústria. A flutuação populacional desses percevejos pode ser determinada com o emprego de armadilhas luminosas (Fazolin & Silva, 1997). O presente trabalho objetiva descrever a flutuação populacional de *Oebalus* spp. no arroz irrigado em várzeas tropicais do Brasil Central com o emprego de armadilhas luminosas.

**METODOLOGIA:** O estudo foi conduzido entre 18 de novembro de 2003 e 8 de março de 2004, em oito campos comerciais, no município de São Miguel do Araguaia, GO, integrando o projeto de arroz irrigado de Luís Alves. Foram utilizadas duas armadilhas luminosas, modelo "Luís de Queiroz". Cada armadilha foi dotada com duas lâmpadas, uma do tipo luz negra (ultravioleta) e outra luz do dia, acionadas por baterias automotivas de 12 volts e 80 amperes e dispostas em suportes de ferro com de 1,2 m de altura, instaladas a 5 m da borda dos campos. Foram ligadas às 18:00 h, uma noite por semana, e desligadas às 6:00 h, atrasando em uma hora durante o horário de verão. Uma armadilha foi sequencialmente instalada em um mesmo campo, enquanto a outra foi instalada alternadamente em outros campos. Foram obtidas informações adicionais das noites de coleta, como a precipitação pluviométrica e a temperatura do ar. Os insetos capturados em uma noite de funcionamento das armadilhas foram separados, e os percevejos (*Oebalus* spp.), contados, constituindo-se uma amostra. As amostras foram conservadas em potes plásticos com álcool 70% e encaminhadas para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão, onde foi quantificado o total de indivíduos das espécies *O. poecilus* e *O. Ypsolongriseus*. Foram elaboradas planilhas e gráficos para destacar a flutuação de cada uma das espécies ao longo da safra principal de arroz.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram capturados 5.370 indivíduos adultos de *Oebalus* spp. nas trinta coletas semanais realizadas com armadilhas luminosas. No campo avaliado continuamente durante 15 semanas, a média de indivíduos capturados foi de 151 percevejos por noite de captura, observando-se uma variação de 0 a 410 indivíduos. No sistema de avaliação em que as armadilhas foram deslocadas periodicamente para outros campos, a média, por noite de captura, foi de 203 indivíduos, com valores variando de 0 a 1.239. Nos dois sistemas de amostragens, a flutuação populacional de *Oebalus* spp. apresentou curvas semelhantes, indicando que o monitoramento dessas espécies pode ser efetuado tanto em um ponto fixo quanto em campos variados.

A espécie predominante foi *Oebalus poecilus* que correspondeu a 94% dos indivíduos capturados. A outra espécie capturada, com frequência de ocorrência bem inferior, foi *O. ypsolongriseus*, equivalendo a 6% do total coletado no período. Embora em proporções diferentes, ambas as espécies foram coletadas durante todo o período de monitoramento, indicando a sua presença nos campos e no entorno durante todo o ciclo produtivo na safra de verão (Figura 1). Independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura amostrada, os percevejos estiveram presentes em 75% das avaliações.

O maior pico populacional foi verificado em novembro, sendo decorrente dos insetos remanescentes das soqueiras do arroz plantado no período de inverno. Com a supressão dos restos culturais para o estabelecimento das primeiras culturas, os percevejos, possivelmente, migraram-se para os hospedeiros alternativos, como *Echinocloa* spp. e *Digitaria* spp., que comumente vegetam na área, tanto no interior quanto nas bordas dos campos. Isso justifica a ausência desses insetos nas coletas que se sucederam no mês de dezembro e início de janeiro.

Com o surgimento das primeiras espiguetas leitosas, os percevejos intensificam a migração para os arrozais, tendo sido observadas populações flutuantes de até 400 insetos capturados por noite, aos 80 dias após o estabelecimento dos primeiros cultivos. Nessa ocasião, foram registrados redução nas temperaturas do ar e aumento da precipitação pluviométrica. Além da melhor condição do hospedeiro para os percevejos, as condições climáticas também pode favorecer o incremento das migrações desses insetos para os campos de arroz.

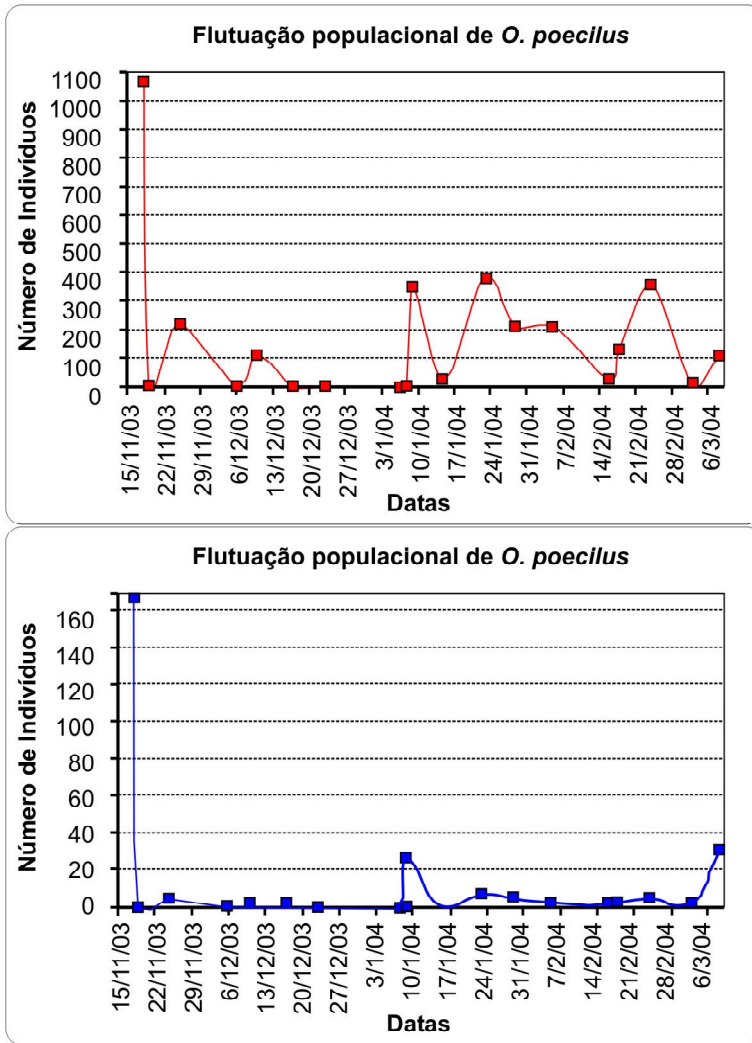


Fig. 1. Flutuação populacional dos percevejos-das-panículas no arroz irrigado na safra 2003/04, em São Miguel do Araguaia, GO.

Os picos populacionais observados para *O. poecilus* e *O. ypsolongriseus* nos meses de janeiro a março podem estar relacionados ao incremento populacional decorrente do surgimento de novas gerações desses insetos que podem ocorrer a cada 30 dias. No entanto, o decréscimo do número de indivíduos coletados, ou mesmo a ausência em algumas noites de monitoramento, pode ser atribuído à influência da lua, ventos ou chuvas nas noites de coletas (Matioli, 1986), aspecto não avaliado pelo presente trabalho e que necessita ser melhor investigado.

O manejo integrado de pragas preconiza a redução do nível populacional das pragas utilizando táticas preventivas (Rabb, 1978). Do ponto de vista populacional, em grandes áreas contínuas de arroz irrigado, o plantio escalonado reúne condições propícias à ocorrência de uma população flutuante de até quatro gerações de *Oebalus* spp. durante uma safra, e pode atingir níveis economicamente prejudiciais (Albuquerque, 1993) principalmente nos campos plantados tardiamente. Os insetos migram de um campo para o outro, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura ou da presença de

hospedeiros alternativos, como o capim-arroz (*Echinochloa* spp e *Digitaria* spp.). A concentração do plantio nos meses de outubro e novembro reduziria o número de gerações de percevejos durante o período da safra, sendo esta a época propícia para o estabelecimento da cultura nas várzeas tropicais do Brasil Central.

Além do plantio concentrado em obediência ao calendário agrícola, outro princípio consiste na destruição dos restos culturais e soqueiras para a exploração de outros cultivos na safra de inverno, em detrimento do plantio sucessivo do arroz. Essa medida, mais do que eliminar os percevejos remanescentes, promove a destruição de hospedeiros alternativos dentro da área (Ferreira, 1999), sendo eficaz também na redução da população de *Oebalus* spp.

**CONCLUSÕES:** Dentre as espécies de percevejos-das-panículas, nas condições de cultivo do arroz irrigado, a espécie predominante é *Oebalus poecilus*, que representou 94% dos indivíduos capturados com armadilhas luminosas. Em proporção bem inferior, ocorre também *O. ypsolongriseus*. No período da safra principal de arroz irrigado, essas duas espécies encontram-se presentes nas áreas de cultivo e entorno dos campos durante todo o ciclo da cultura, independentemente da fase de desenvolvimento do arroz. O maior pico populacional de *Oebalus* spp. ocorre em novembro, com a população dispersa na fase vegetativa da cultura voltando aos campos de arroz a partir da emissão das panículas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G.S. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. **Crop Protection**, 12 (8): 627-0, 1993.

FAZOLIN M. & SILVA, W.S. **Levantamento e análise faunística de insetos associados às plantas de um modelo de sistema agroflorestal em Rio Branco**. Rio Branco: Embrapa/Centro de pesquisa Agroflorestal do Acre, 1997. 13. p. Disponível em <<http://www.cpaafac.embrapa.br/>>. Acesso 6 out. 2004.

FERREIRA, E. Pragas e seu controle. In: VIEIRA N.R. de A; SANTOS, A.B & SANT'ANA, E.P (Ed.) **A Cultura do arroz no Brasil**. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v.1, cap. 8, p. 197-261.

MALIOTI, J.C. Armadilhas luminosas: uma alternativa no controle de pragas? **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, n° 12, pág. 33-39, agosto de 1986.

RABB, R.L. A sharp focus on insect populations and pest management from a eide-area view. **ESA Bulletin**, v. 4. n.1, p.55-61, 1978.

## HERANÇA DA RESISTÊNCIA A BRUSONE NAS FOLHAS NAS CULTIVARES DIFERENCIADORAS BRASILEIRAS

SILVA <sup>1</sup>, G. B.; VENÂNCIO <sup>2</sup>, W. L.; PRABHU <sup>3</sup>, A. S.; FILIPPI <sup>4</sup>, M.C.C.; MORAES <sup>5</sup>, O. P.

**INTRODUÇÃO:** Um dos principais objetivos do programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão é a obtenção de cultivares resistentes à brusone. A brusone é causada por

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão/DCR/CNPQ, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332176. giselebarata@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup>Bolsista IC/CNPQ/ Escola de agronomia - UFG <sup>3</sup>Bi logo, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup>Bi logo, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO <sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Ph D. Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Ph D. Fitopatolo

*Magnaporthe grisea* Barr., (anamorfo *Pyricularia grisea* Saac. Cooke) e causa danos severos em arroz de terras altas, no centro-oeste do Brasil, onde as condições de temperatura e umidade são favoráveis ao desenvolvimento da doença. Tem sido lançadas cultivares melhoradas para tipo de grão longo fino apresentando diferentes graus de resistência à brusone, entretanto com baixa durabilidade da resistência, devido alta variabilidade de pat geno. As raças fisiológicas em *P. grisea* são identificadas utilizando-se oito diferenciadoras internacionais padronizadas. As informações quanto à análise de raças utilizando estas diferenciadoras não foram muito úteis para o melhoramento genético (Bonman et al., 1986). O uso de cultivares locais largamente plantadas como diferenciadoras fornece informações importantes para estudos de diversidade de isolados no Brasil. Prabhu et al.(2002), selecionaram oito cultivares locais Carajás, Confiança, Maravilha, Primavera, Progresso, Caiap ,IAC47 e IAC-201 como diferenciadoras para descrever o padrão de virulência de isolados de *P. grisea* em arroz de terras altas. Entretanto, os genes que controlam a resistência nessas cultivares são desconhecidos. O presente trabalho objetivou estudar a herança de resistência à brusone nas folhas das cultivares Caiap , Primavera, Maravilha e Progresso utilizadas como diferenciadoras brasileiras de raças.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram feitos, em casa de vegetação, os cruzamentos Maravilha x Primavera, Primavera x Caiap , Maravilha x Progresso, Caiap x Progresso, Primavera x Progresso, para obtenção de semente da geração F1 e F2.

As populações foram semeadas em bandejas de plástico (15 x 30 x 10 cm) contendo 3 kg de solo adubado com NPK (5g de 5-30-15 + Zn e 3g de sulfato de amônio por 3 kg de solo). A adubação de cobertura com nitrogênio foi feita aos 18 dias após o semeio com 2 g de sulfato de amônio por bandeja. A seleção dos isolados de *P. grisea* foi feita com base na reação resistente e suscetível nos progenitores. Os isolados utilizados foram Py-2642, Py-1387 e Py-4962 pertencentes as raças IC-1/BD-16, BB-6/IB-41 e IB-33/BA-26, respectivamente. As inoculações nos progenitores e nas plantas da geração F1 e F2 foram feitas aos 21 dias após de plantio utilizando a metodologia descrita por Filippi & Prabhu (2001). As populações de F2 foram avaliadas com base em plantas individuais, enquanto os progenitores e a geração F1, com base da reação na linha. A reação da brusone nas folhas foi avaliada nove dias após a inoculação considerando-se apenas a reação suscetível ou resistente. As plantas com os tipos de lesão 0 a 3 foram considerados resistentes e 4 a 9 suscetíveis, com base numa escala de doença de 0-9 (International Rice Research Institute, 1988). As populações de F2 foram analisadas utilizando o teste de Qui-quadrado.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As reações das plantas da geração F1 e F2 e dos parentais inoculados com os isolados *P. grisea* são apresentados na Tabela 1. As progênes do cruzamento Primavera x Caiap apresentaram reação resistente na geração F1 para o isolado Py-2642 foram resistentes, indicando natureza dominante. As populações de F2 segregaram 3 plantas resistentes para 1 suscetível, indicando que a característica da resistência é controlada por um gene, sendo o alelo que condiciona a resistência é dominante. Resultando semelhantes foram obtidos para os cruzamentos Caiap x Progresso e Caiap x Primavera inoculados com o isolado Py-4962 assim como com isolado Py-1387 para o cruzamento Primavera x Progresso. Esses resultados estão de acordo com os outros estudos realizados com diferentes raças de *P. grisea* nas linhas quase-isogênicas de CO-39 (Mackill & Bonmann, 1992) e de somaclones da cultivar Araguaia (Araújo et al, 1999).

Por outro lado, os estudos de herança da resistência a brusone em arroz, mostrou ser controlada por três genes que segregam independentemente (Filippi & Prabhu, 1996). Esses resultados demonstraram a necessidade de maior número de cruzamento, utilizando como um dos parentais uma cultivar altamente suscetível, visando evitar escape nos testes de inoculações.

**Tabela 1.** Segregação das populações de F1, F2 e dos parentais aos isolados de *Pyricularia grisea*.

Cruzamento	Isolado	Reação <sup>1</sup>	Geração	Obs. <sup>2</sup>		Esp <sup>3</sup>	$\chi^2$	P <sup>4</sup>
				R	S			
Primavera Caiapó	x Py-2642 IC-1/BD-16	S x R	F1	23	0	R	-	
			F2	145	50	3:1	0,044	0,83
Caiapó Primavera	x Py-4962 IB-33/BA-26	S x R	F1	14	0	R		
			F2	82	26	3:1	0,049	0,82
Caiapó Progresso	x Py-4962	S x R	F1	15	0	R	-	-
			F2	54	16	3:1	0,172	0,68
Primavera Progresso	x Py-1387 IB-41/BB-6	S x R	F1	15	0	R	-	
			F2	120	38	3:1	0,076	0,78

<sup>1</sup> Reação nos progenitores<sup>2</sup> Dados observados<sup>3</sup> Dados esperados<sup>4</sup> Probabilidade

**CONCLUSÃO:** O estudo da herança da resistência à brusone detectou segregação monogênica dominante nas populações dos quatro cruzamentos e seus respectivos isolados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L.G., PRABHU, A.S. & FILLIPI, M.C. Inheritance of resistance to leaf blast in somaclones of rice cultivar Araguaia. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 24, p.182-184. 1999.

BONMAN, J.M., DE DIOS, V.T.I., & KHIN, M.M. Physiologic specialization of *Pyricularia oryzae* in the Philippines. *Plant Disease*, v. 70, p.67-769. 1986.

FILIPPI, M.C. & PRABHU, A.S. Inheritance of blast resistance in rice to two *Pyricularia grisea* races, IB-1 and IB-9. *Revista Brasileira de Genética* 19, p.599-604. 1996.

FILIPPI, M.C. & PRABHU, A.S. Phenotypic virulence analysis of *Pyricularia grisea* isolates from Brazilian upland rice cultivars. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, p.27-35. 2001.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Standard evaluation system for rice. International rice testing program. 3<sup>rd</sup>ed. Los Banos. International Rice Research Institute. 1988.

MACKILL, D.J. & BONMAN, J.M. Inheritance of blast resistance in near-isogenic lines of rice. *Phytopathology*, St. Paul, v. 83, p.746-749. 1992

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAÚJO, L. G. Pathotype diversity of *Pyricularia grisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 27, p. 468-473. 2002.

## CARACTERIZAÇÃO GEOESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ADULTOS DE *OEBALUS* SPP. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM ARROZ IRRIGADO

COUTO, D.<sup>1</sup>, BARRIGOSI, J. A. F.<sup>2</sup>, FERNANDES, P. M.<sup>3</sup>, CARVALHO J. R. P. de<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** Os percevejos-das-panículas, *Oebalus poecilus* (Dallas) e *O. ypsolongriseus* (De Geer), são pragas de grande importância econômica para os arrozais, tanto em sistemas

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Agronomia, Empresa Sul Americana de Montagens S/A (Emsa), Aparecida de Goiânia, GO. E-mail: danilocouto@emsa.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: alex@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. em Entomologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. E-mail: pmarta@terra.com.br

<sup>4</sup> Matemático, Ph.D. em Estatística, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP. E-mail: jruy@cnpia.embrapa.br

de cultivos irrigados por inundação em terras baixas como no de terras altas, em todas as regiões produtoras do Brasil. Ataques severos resultam na formação de sementes com manchas no endosperma, menor massa, reduzido poder germinativo (Silva et al., 2002; Chaves et al., 2001) e grãos com aparência “gessada” e de tamanho irregular, que geralmente se quebram durante o beneficiamento (Ferreira et al., 2002). A distribuição espacial dessas espécies em campos comerciais, não obstante o fato de ser um aspecto importante no estabelecimento de um programa de amostragem para uso no manejo integrado de pragas, ainda foi pouco estudada. Conhecendo a distribuição dos insetos no campo é possível aumentar a acurácia da estimativa da população da praga, reduzir o esforço na amostragem e obter uma melhor predição da perda de produção (Hughes & McKinlay, 1988). A geoestatística é uma ferramenta importante para determinar a agregação porque considera o valor da variável e a sua localização na estimativa da correlação entre os pontos de amostragem (Barrigossi et al., 2002). Esse método tem a vantagem de caracterizar o contágio em diferentes distâncias e direções (Liebhold et al., 1993). O objetivo do trabalho é descrever a distribuição espacial de *Oebalus* spp. em campos de arroz irrigado.

**METODOLOGIA:** O estudo foi conduzido no município de São Miguel do Araguaia, GO, integrando o projeto de arroz irrigado de Luís Alves. Sete campos de produção comercial foram amostrados entre 16 de fevereiro e 8 de março de 2004, pelo menos duas vezes durante a fase reprodutiva da lavoura. O procedimento de amostragem foi estabelecido seguindo uma grade regular previamente estabelecida com auxílio de um aparelho GPS e software específico que possibilitou o estabelecimento regular dos 150 pontos de amostragem em cada campo, assegurando que toda a extensão do campo fosse coberta pelas amostragens, e que qualquer tendência direcional pudesse ser detectada. No total foram amostrados 2.250 pontos, com distâncias entre 10 m e 50 m, fornecendo uma série de dados suficiente para descrever a distribuição espacial de *Oebalus* spp. (Young & Young, 1998). As amostras foram constituídas pelos percevejos adultos, coletados com dez golpes de rede entomológica de diâmetro de 38 cm de abertura. A contagem dos percevejos em cada amostra foi realizada no local, anotando o número de indivíduos capturados e as respectivas coordenadas X e Y. Não foram separadas as espécies de *O. poecilus* e *O. ypsolongriseus*. Mapas de superfícies foram elaborados para detectar valores atípicos e investigar as tendências nos valores de uma para outra parte do campo que poderiam afetar as estimativas das semivariâncias e que permitiram a verificação e interpretação da variabilidade espacial e temporal da ocupação de *Oebalus* spp. nos campos de arroz. A geoestatística foi utilizada para avaliar a variabilidade espacial da população de percevejo, determinando-se o grau de dependência espacial entre as amostras por meio de semivariogramas (Vieira, 1997).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No total, foram capturados 14.459 indivíduos, com uma população média de percevejos que variou de 2,47 a 10,81 insetos/10 golpes de rede. Nos sete campos amostrados, a população média superou o limiar populacional (5 percevejos/10 golpes de rede), pelo menos em uma vez que o campo foi amostrado. A partir da fase de espiguetas leitosas, a população média dos percevejos se estabilizou, com exceção dos campos 6 e 7. A distribuição espacial de *Oebalus* spp. nos campos amostrados foi semelhante, independentemente da fase de desenvolvimento das espiguetas. Observou-se uma concentração da população nas partes do campo onde as plantas de arroz ou hospedeiros alternativos encontravam-se no estágio mais adequado à sua alimentação. Um outro fator que favoreceu a concentração dos percevejos foi a sistematização deficiente dos campos que, por dificultar a distribuição uniforme da água na lavoura, contribuiu para o aumento da infestação de plantas daninhas que são hospedeiros alternativos do percevejo. A presença de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e do capim-milhã (*Digitaria* spp.) nos campos permite que os percevejos se instalem no campo antes do florescimento das plantas de arroz. Pela Figura 1 pode-se ver que os semivariogramas foram similares. Em 12 das 15 séries de dados não foi detectada nenhuma dependência espacial nas densidades de adultos de *Oebalus* spp., na escala amostrada, independentemente da densidade populacional desses insetos. Isso indica que os percevejos se distribuem aleatoriamente no campo. Nos demais

campos foi detectada a presença de dependência espacial pelo menos a curtas distâncias. O alcance dessa dependência variou de 54,8 m a 114 m. Embora os semivariogramas obtidos na maioria dos campos não tenham revelado forte dependência espacial em escala inferior à usada em nível de campo de produção, a amostragem do percevejo do grão, com a finalidade de decisão para o seu controle, deve iniciar nas áreas onde o hospedeiro estiver mais adequado à alimentação do percevejo. Contudo, devido à grande mobilidade dos adultos de *Oebalus* spp., a agregação desses insetos, dada a localização do alimento, pode ser rapidamente alterada com a mudança na qualidade do hospedeiro.

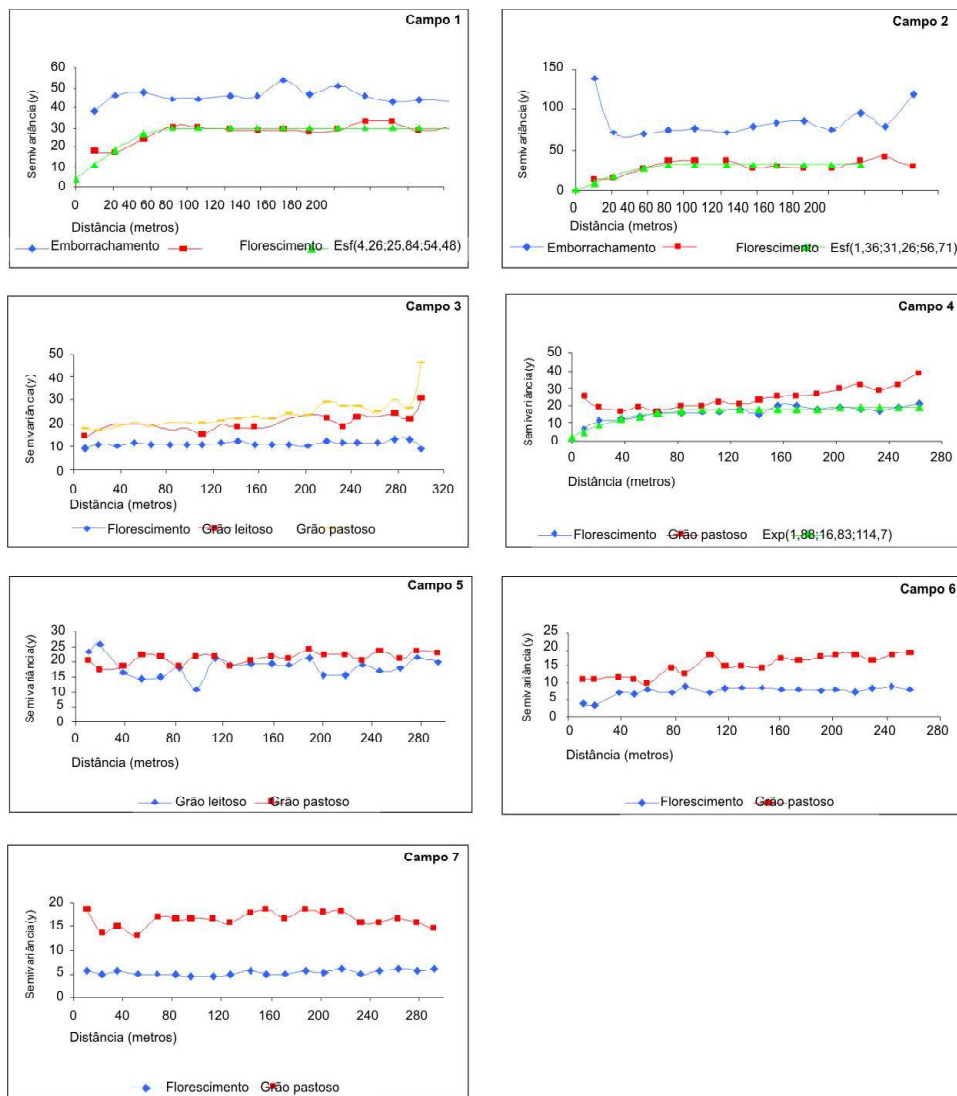


Fig. 1. Semivariogramas para *Oebalus* spp. em campos de arroz irrigado em São Miguel do Araguaia, GO, 2004.

**CONCLUSÕES:** Os adultos de *Oebalus* spp. distribuem-se ao acaso nos campos de arroz irrigado, mas a densidade populacional pode ser maior nas partes do campo onde as plantas de arroz encontram-se na fase mais adequada para a alimentação dos percevejos ou onde exista maior disponibilidade de hospedeiros alternativos. Algum grau de dependência espacial pode ser detectada em campos que apresentem desuniformidade no

desenvolvimento das plantas de arroz ou infestação de plantas hospedeiras do inseto. Nesse caso, a dependência espacial variou de 54,8 m a 114 m. A amostragem do percevejo do grão, com a finalidade de decisão para o seu controle, deve iniciar nas partes do campo onde as plantas de arroz estiverem na fase de grão leitoso e nos locais do campo com maior infestação de ervas daninhas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIGOSI, J. A. F.; YOUNG, L.J.; GOTWAY-CROWFORD, C.; HEIN, G. L.; HIGLEY, L. G. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry beans. **Environmental Entomology**, v.30, n. 2, p. 244-253, 2002.
- CHAVES, G.S.; FERREIRA, E.; GARCIA, A. H. Influência da alimentação de *Oebalus poecilus* (Heteroptera: Pentatomidae) na emergência de plântulas em gen tipos de arroz (*Oryza sativa*) irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.1, p.79-85, 2001.
- FERREIRA, E; VIEIRA, N.R. de A. & RANGEL, P.H.N. Avaliação de danos de *Oebalus* spp. em gen tipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n.6, p.763-768, 2002.
- HUGHES, G.; MCKINLAY, R.G. Spatial heterogeneity in yield-pest relationships for crop loss assessment. **Ecological Modelling**, v.41, p.67-73, 1988.
- LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E. KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, v.20, p.1407-1417. 1993.
- SILVA, D. R. e; FERREIRA, E.; VIEIRA, N. R. de A. Avaliação de perdas causadas por *Oebalus* spp (Hemiptera: pentatomidae) em arroz e terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, n.1, p.39-45, 2002.
- VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas (SP). **Bragantia**, v.56, n.1, p.181-190, 1997.
- YOUNG, L. J. & YOUNG, J. **Statistical ecology: a population perspective**. Kulwer, Boston, MA, 1998.

## DINÂMICA POPULACIONAL DE ARTRÓPODES DE SOLO NA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ

DANIEL FERRIRA CAIXETA<sup>1</sup>, JOSÉ ALEXANDRE FREITAS BARRIGOSI<sup>2</sup>, ELIANE DIAS QUINTELA<sup>2</sup>, JOSE ALOÍSIO ALVES MOREIRA<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** A preocupação da sociedade com a qualidade dos alimentos tem aumentado as discussões sobre o modelo atual de agricultura e reforçado a necessidade de se buscar alternativas com bases mais ecológicas (Welch & Graham, 1999). Em um sistema orgânico, um dos fatores limitantes é o manejo fitossanitário, havendo uma necessidade latente de se busca meios alternativos para o controle de pragas e doenças. É importante considerar que nem todos os insetos são pragas são, em sua maioria benéficos, podendo atuar como agentes de controle biológico natural (Moore & Walter, 1988). Dentre os artrópodes relacionados à entomofauna da cultura do arroz de terras altas, os principais grupos são as aranhas, carabídeos, formigas e estafilinídeos (Stinner & House, 1990), uma vez que estes são, em sua maioria, importantes agentes de controle biológico, sendo necessário conhecer suas interações e respostas a diferentes tipos de manejo cultural, importante para identificar as práticas que aumentem sua densidade populacional (Andow, 1992; Booij & Noorlander, 1992; Clark et al., 1997). Portanto, o conhecimento das

<sup>1</sup> Bolsista de iniciação científica do CNPq; Univ. Federal de Goiás, C.P. 131, CEP 74001-970, Goiânia GO

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador PhD., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.



espécies que habitam o sistema é fundamental no estabelecimento de um manejo sustentável nas culturas. Um outro problema enfrentado pelos produtores é quando a praga ultrapassa o nível de dano econômico e uma interferência com inseticidas é inevitável. Como o uso de agrotóxicos pode alterar o equilíbrio entre a população de praga e inimigos naturais na tomada de decisão, deve-se considerar tanto a população de pragas como a de inimigos naturais, bem como adotar as práticas culturais que promovam o equilíbrio dessas populações (Hull e Beers, 1985). O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos de sistemas de manejo de solo e de tipos de culturas de cobertura semeadas no inverno na população de artrópodes de solo sob cultivo com arroz, em sistema orgânico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram monitoradas populações de artrópodes em dois sistemas de cultivo de grãos (plantio direto e convencional), na área da Embrapa Arroz e Feijão, nos períodos de cultivo de verão de 2004 e 2005.

Armadilhas tipo "pitfall" foram usadas para avaliar a diversidade da entomofauna de artrópodes em arroz. As culturas foram semeadas sobre crotalaria, sorgo e sobre solo de pousio. Nenhuma das parcelas recebeu qualquer tratamento químico (fertilizantes, herbicidas ou pesticidas) durante todo o seu ciclo. As avaliações foram realizadas semanalmente, a partir da terceira semana após o plantio. Os "pitfalls" (95 mm diâmetro) foram instalados entre as plantas, na fileira da cultura, permanecendo por 72 horas. Decorrido esse tempo, os frascos contendo os artrópodes eram removidos, etiquetados e levados ao laboratório para triagem e classificação. Todos os artrópodes coletados foram separados e acondicionados em frascos contendo álcool 70% ou montados em coleções para posterior identificação das espécies. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram representadas pelas coberturas e as subparcelas pelas culturas principais. Os dados foram submetidos à análise de variância (SAS, 1996).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No cultivo de verão de 2004, não foi constatada diferença significativa entre os sistemas de manejo de solo (plantio direto e convencional) para nenhuma das variáveis analisadas. Comparando-se o efeito de diferentes coberturas sobre a fauna artrópoda, também não se observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para as variáveis consideradas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Efeito das diferentes culturas sobre a população de artrópodes nos sistemas de plantio convencional (média, erro padrão), 2003/2004.

Cobertura	Plantio Convencional				
	Grupo Taxonômico				
	Carabidae	Scarabaeidae	Cincidelidae	Aranea	Formicidae
Pousio	0,50 ± 0,15	0,18 ± 0,11	0,11 ± 0,06	0,11 ± 0,08	11,50 ± 1,95
Crotalaria	0,93 ± 0,19	0,04 ± 0,04	0,07 ± 0,05	0	14,25 ± 2,96
Sorgo	0,57 ± 0,17	0,03 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,10 ± 0,06	14,00 ± 5,57
Cobertura	Plantio Direto				
	Grupo Taxonômico				
	Carabidae	Scarabaeidae	Cincidelidae	Aranea	Formicidae
Pousio	0,21 ± 0,08	0,21 ± 0,13	0,11 ± 0,06	0,18 ± 0,07	13,03 ± 1,80
Crotalaria	0,36 ± 0,13	0,14 ± 0,07	0,04 ± 0,03	0,32 ± 0,09	10,86 ± 1,71
Sorgo	0,25 ± 0,12	0,03 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,18 ± 0,07	11,68 ± 1,95

No cultivo de 2004/2005, os resultados indicam que houve preferência em relação à ocupação do solo com coberturas de sorgo e crotalaria ( $P < 0,05$ ), em ambos os sistemas de plantio, pelos grupos de taxons pertencentes às famílias Carabidae, Cincidelidae (Ordem Coleoptera) e por uma espécie de ácaro. Os cupins rizífilos foram identificados somente no ambiente de pousio no sistema de manejo plantio direto (Tabela 2). Comparando os períodos de cultivo, observa-se um aumento na diversidade dos grupos de taxons no cultivo de 2004/2005.

**Tabela 2.** Efeito das diferentes culturas sobre a população de artrópodes nos sistemas de plantio convencional (média. „berro padrão). Santo Antônio de Goiás, 2004/2005.

<b>Sistema de Plantio Convencional</b>															
<b>Grupo Taxonômico</b>															
Cobertura:	Carabidae	Scarabaeidae	Cincididae	Tenebrionidae	Tenebrionidae	Bostrichidae	Crysomelidae	Curculionidae	Nitidulidae	Aranea	Acari	Formicidae	Symphyla	Colembola	Isoptera
Pousio	0,13 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,34 ± 0,12	0,21 ± 0,07	0,09 ± 0,07	0,55 ± 0,13	0,02 ± 0,02	0	0	1,38 ± 1,11	1,63 ± 0,35	3,18 ± 0,20	18,80 ± 7,21	1,98 ± 0,4	0,02 ± 0,02
Crotalária	0,34 ± 0,09	0,02 ± 0,02	0,67 ± 0,18	0,61 ± 0,24	0,31 ± 0,16	0,63 ± 0,15	0,04 ± 0,03	0	0	0,13 ± 0,04	3,57 ± 1,24	3,50 ± 0,21	31,53 ± 8,64	3,90 ± 1,00	0
Sorgo	0,19 ± 0,05	0,04 ± 0,03	0,26 ± 0,08	0,54 ± 0,19	0,23 ± 0,16	0,58 ± 0,13	0	0,02 ± 0,02	0,15 ± 0,05	3,59 ± 1,00	3,40 ± 0,23	37,59 ± 13,90	2,02 ± 0,53	0	0

<b>Sistema de Plantio Direto</b>															
<b>Grupo Taxonômico</b>															
Cobertura:	Carabidae	Scarabaeidae	Cincididae	Tenebrionidae	Tenebrionidae	Bostrichidae	Crysomelidae	Curculionidae	Nitidulidae	Aranea	Acari	Formicidae	Symphyla	Colembola	Isoptera
Pousio	0,23 ± 0,08	0	0,44 ± 0,11	0,48 ± 0,21	0,04 ± 0,03	0,30 ± 0,08	0,04 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,27 ± 0,06	4,28 ± 1,04	3,77 ± 0,23	18,52 ± 4,96	2,05 ± 0,48	0	0
Crotalária	0,44 ± 0,11	0,09 ± 0,06	0,53 ± 0,15	0,69 ± 0,19	0,33 ± 0,22	0,59 ± 0,13	0,04 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,48 ± 0,11	10,61 ± 2,17	4,06 ± 0,23	24,86 ± 6,57	1,96 ± 0,52	0	0
Sorgo	0,27 ± 0,07	0,02 ± 0,02	0,19 ± 0,07	0,44 ± 0,10	0,09 ± 0,0	0,46 ± 0,12	0	0,02 ± 0,02	0,17 ± 0,07	6,17 ± 1,36	3,66 ± 0,18	14,86 ± 6,75	2,07 ± 0,57	0	0

As condições microclimáticas resultantes dos tratamentos com crotalária e sorgo, como coberturas de inverno propiciaram um ambiente mais favorável à população de cincidélideos, carabídeos, e ácaros. Para os demais grupos de indivíduos não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) com relação à preferência de ocupação aos diferentes sistemas e entre as coberturas.

**CONCLUSÕES:** Houve preferência em relação à ocupação nas coberturas de sorgo e crotalária em ambos sistemas de plantio, pelas famílias: Carabidae, Cincidelidae (ordem Coleoptera) e pela ordem Acari, no ano de cultivo de 2004/2005, não observando preferência de ocupação aos diferentes sistemas e entre as coberturas de inverno para os demais grupos amostrados, comparando os períodos de cultivo, observa-se um aumento na diversidade dos grupos de taxons no cultivo de 2004/2005.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOORE J. C.; WALTER, D. E. Arthropod regulation of micro and mesobiota in below ground detrital food webs. **Annual Review of Entomology**, Palo alto, v.33, p.419-439, 1988.
- WELCH, R.M.; GRAHAM, R. D. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs productive, sustainable, nutritious. *Field Crops Research.*, v.60, p.1-10, 1999.
- STINNER, B. R.; HOUSE, G. J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 299-318, 1990.
- ANDOW, D. A. Fate of eggs of first-generation *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in three conservation tillage systems. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 21, p. 388-393, 1992.
- BOOIJ, C. J. H.; NOORLANDER, J. Farming systems and insect predators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 40, p. 125-135, 1992.
- CLARK, M. S.; GAGE, S. H.; SPENCE, J. R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, p. 519-527, 1997.
- Hull, L. A. & BEARS, E. H. Ecological selectivity: Modifying chemical control practices to preserve natural enemies, p. 103-122. In M. A. Hoy & D. C. Herzog (eds.) **Biological control in agricultural IPM systems**. New York, Academic Press, 589p. 1985.



# **Sistemas inovadores de produção**



# REDUTASE DO NITRATO, NUTRIÇÃO NITROGENADA E CRESCIMENTO DO ARROZ CULTIVADO EM DIFERENTES PROPORÇÕES DE NITRATO E AMÔNIO

ARAÚJO<sup>1</sup>, J. L., FAQUIN<sup>2</sup>, V., OLIVEIRA<sup>3</sup>, M. W., VIEIRA<sup>3</sup>, N.M., SOARES<sup>4</sup>, A. A.

**INTRODUÇÃO:** O nitrogênio disponível às plantas encontra-se no solo principalmente nas formas amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e nítrica ( $\text{N-NO}_3^-$ ), sendo esta última a forma predominante. O amônio absorvido, é incorporado rapidamente a compostos orgânicos via GS/GOGAT e, ou, GDH, enquanto que o nitrato precisa antes sofrer redução assimilatória pela atividade das enzimas redutase do nitrato (RN) e redutase do nitrito. Uma vez que redutase do nitrito encontra-se em altos níveis na planta, esse processo é limitado pela atividade da RN. Em plantas de arroz, a utilização preferencial de uma das formas de nitrogênio em detrimento da outra tem sido assunto de diversos trabalhos, contudo os resultados ainda são contraditórios. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de proporções de nitrato:amônio em solução nutritiva sobre o crescimento, a atividade da RN e os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  na parte aérea e raízes de duas cultivares de arroz em diferentes estádios de crescimento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, com as cultivares de arroz BRS Colosso e BRSMG Conai. Os experimentos foram avaliados em três diferentes estádios de crescimento do arroz: aos 26 (início do perfilhamento), 41 (diferenciação do primário floral) e 70 (início da emissão de panículas) dias após o transplante (DAT). Em todas as épocas avaliaram-se a matéria seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), a atividade da redutase do nitrato (ARN) em folhas e raízes e as formas de N ( $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$  e N-org) e o N-total na parte aérea. Para a MSPA e MSR adotou-se o delineamento inteiramente casualizado sendo os tratamentos representados por cinco relações nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ):amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (100:00, 80:20, 60:40, 50:50 e 40:60) com quatro repetições. Para as demais variáveis, o delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas por cinco relações nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ):amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) (100:00, 80:20, 60:40, 50:50 e 40:60) e as subparcelas pelos três estádios de crescimento (26, 41 e 70 DAT), com três repetições. Todas as repetições foram constituídas por uma parcela com quatro plantas. As sementes de arroz foram germinadas em papel *germitest* e após três dias transferidas 40 plântulas de arroz para bandejas de polietileno contendo 8 L de solução nutritiva de Hoagland & Arnon modificada, a 20% de sua força iônica, sendo essa aumentada para 50% aos 14 DAT permanecendo até o final do experimento. As trocas das soluções nutritivas foram realizadas a cada sete dias e o pH foi ajustado para 5,5-6,0. A ARN *in vivo* foi estimada conforme Alves (2001), os teores de N-total segundo Malavolta et al. (1997) e as formas de N segundo Tedesco et al. (1985). As variáveis foram analisadas mediante teste de médias (Duncan a 5%).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As relações nitrato:amônio influenciaram significativamente a MSPA e a MSR em ambas as cultivares de arroz em todos os estádios de crescimento. O fornecimento de nitrogênio, exclusivamente como nitrato (100:00), reduziu significativamente a MSPA e a MSR, em ambas as cultivares de arroz (Tabela 1). Aos 26DAT, na BRS Colosso as maiores produções de MSPA foram obtidas nas relações nitrato:amônio 60:40 e 50:50, as quais não diferiram entre si, enquanto que na BRSMG

<sup>1</sup> Pós-graduandos em Solos e Nutrição de Plantas-Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-DCS/UFLA, CP 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG. E-mail: jhosinal\_araujo@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Professor Titular do DCS/UFLA. E-mail: vafaquin@ufla.br.

<sup>3</sup> Pós-graduandos em Fitotecnia-Departamento de Agricultura-DAG/UFLA.

<sup>4</sup> Professor adjunto 4 do DAG/UFLA.

Conai os maiores valores para estas variáveis foram observados na relação 80:20, a qual diferiu apenas da relação 100:00. Observa-se que aos 26 e 70 DAT os tratamentos com maior participação de amônio foram detrimental a MSPA e a MSR, enquanto que aos 41 DAT, o efeito foi oposto. Esse fato, pode estar relacionado a uma maior demanda de N na fase de máximo perfilhamento, associada a uma maior disponibilidade de esqueletos de carbono produzidos pela fotossíntese, necessária à assimilação do amônio. Nessa fase, o provável aumento da taxa fotossintética, seria devido ao aumento da área foliar, decorrente do crescimento da planta.

**Tabela 1.** Matéria seca da parte aérea e raízes das cultivares 'BRS Colosso' e 'BRSMG Conai' em função das relações nitrato:amônio nos vários estádios de crescimento.

NO <sub>3</sub> :NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	'BRS Colosso'			'BRSMG Conai'		
	26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>	26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>
-----g planta-1-----						
<b>Parte aérea</b>						
100:00	0,152 c	0,610 c	2,200 c	0,216 b	0,900 d	2,260 d
80:20	0,335 b	1,740 b	16,110 a	0,510 a	1,550 c	10,780 b
60:40	0,480 a	1,660 b	14,000 a	0,435 a	2,090 b	14,270 a
50:50	0,467 a	1,690 b	13,600 a	0,383 ab	2,340 ab	9,850 b
40:60	0,357 b	2,680 a	5,200 b	0,385 ab	2,430 a	8,800 c
<b>Raízes</b>						
100:00	0,095 b	0,360 c	1,170 d	0,128 b	0,560 c	4,010 c
80:20	0,178 b	0,800 c	5,430 a	0,265 a	0,950 b	16,013 a
60:40	0,280 a	1,120 b	4,760 b	0,220 a	1,270 a	21,740 a
50:50	0,215 a	1,050 bc	5,070 ab	0,183 ab	1,290 ab	13,500 b
40:60	0,198 a	1,400 a	2,180 c	0,185 ab	1,290 ab	12,270 b

Para cada cultivar, médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si (Duncan 5%). 1DAT: dias após o transplântio.

A atividade da redutase do nitrato em folhas e raízes, os teores das formas de N nos tecidos da parte aérea, com exceção do N-total e N-orgânico, foram influenciados significativamente pelas relações nitrato:amônio, estágio de crescimento e pela interação entre esses fatores. A ARN nas folhas, de maneira geral, foi cerca de dez vezes maior do que nas raízes (Tabela 2), indicando que em arroz a folha é o principal órgão de redução assimilatória de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. As relações nitrato:amônio não apresentaram um efeito definido sobre a ARN, assim como nas raízes, não se detectou qualquer efeito consistente dos estádios de crescimento sobre esta variável. Na fase inicial do crescimento do arroz observou-se nas plantas do tratamento de relação NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 100:00, em ambas as cultivares, sintomas visuais típicos de deficiência de nitrogênio que se manifestaram como uma clorose generalizada nas folhas mais velhas, que foram desaparecendo com a idade das plantas. De acordo com Malavolta (1980), plantas de arroz nas duas ou três primeiras semanas de vida, apresentam uma baixa atividade da enzima RN, promovendo nas plantas supridas com N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, o aparecimento de deficiência de N, acúmulo de nitrato nos tecidos e pequeno crescimento da cultura. Esse fato foi comprovado no presente trabalho, onde se observa que a ARN nas folhas foi baixa aos 26 DAT em todas as relações NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, com significativo aumento aos 41 e 70 DAT na cultivar Colosso e aos 41 DAT na cultivar Conai (Tabela 2). Verifica-se que os teores de nitrato mais elevados na parte aérea, foram observados aos 26 e 41 DAT para a BRS Colosso e aos 26 DAT para a BRSMG Conai (Tabela 3), fato, certamente, relacionado à incapacidade da planta reduzir todo o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> absorvido na fase inicial do crescimento, armazenando-o nos vacúolos celulares. À exceção do estágio 70 DAT para a BRS Colosso e 26 DAT para a BRSMG Conai, em ambas as cultivares, os teores de nitrato na parte aérea apresentaram uma tendência de aumento, com o incremento de N-NO<sub>3</sub> na solução de cultivo, proporcionado pelos tratamentos, sendo esses significativamente maiores na relação 100:00. Os teores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> em ambas as cultivares, por sua vez, não mostraram uma tendência definida em função das relações nitrato:amônio, porém em média, aumentaram com a idade da planta.



**Tabela 2.** Atividade da RN nas folhas e raízes das cultivares BRS Colosso e BRSMG Conai em função das relações nitrato:amônio e estádios de crescimento.

NO <sub>3</sub> :NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	'BRS Colosso'			'BRSMG Conai'		
	26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>	26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>
-----µmoles NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> g <sup>-1</sup> MF h <sup>-1</sup> -----						
<b>Parte aérea</b>						
<b>Folha</b>						
100:00	1,04 c C	5,74 bc B	8,82 a A	0,46 c B	8,22 b A	5,51 a A
80:20	4,92 a A	4,58 c A	6,52 a A	3,10 a B	11,78 ab A	6,25 a B
60:40	2,78 b B	7,17 bc A	7,42 a A	3,04 a B	15,45 a A	4,72 a B
50:50	5,87 a B	11,54 a A	7,94 a B	4,11 a B	10,19 ab A	5,90 a AB
40:60	2,76 b B	9,96 a A	8,44 a A	1,95 b B	9,13 b A	3,47 b B
<b>Média</b>	<b>3,47</b>	<b>7,80</b>	<b>7,83</b>	<b>2,53</b>	<b>10,95</b>	<b>5,17</b>
<b>Raízes</b>						
100:00	0,60 b A	0,23 b B	0,68 a A	0,25 c B	0,20 b B	1,33 a A
80:20	0,10 bc B	0,11 c B	0,27 b A	0,55 bc A	0,28 b A	0,63 b A
60:40	0,81 ab A	0,54 ab A	0,26 b B	1,10 b A	0,59 b AB	0,32 b B
50:50	1,08 ab A	0,92 a A	0,10 c A	0,96 b B	1,57 a A	0,53 b B
40:60	1,23 a A	0,35 b B	0,20 b B	1,83 a A	1,30 a A	0,80 b B
<b>Média</b>	<b>0,76</b>	<b>0,43</b>	<b>0,30</b>	<b>0,94</b>	<b>0,79</b>	<b>0,72</b>

Para cada cultivar, médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si (Duncan 5%). 1DAT: dias após o transplantio.

**Tabela 3.** Teores de nitrogênio total (N-tot), orgânico (N-org), nítrico (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) na parte aérea das cultivares BRS Colosso e BRSMG Conai, em função das relações nitrato:amônio e dos estádios de crescimento

Formas de N	NO <sub>3</sub> :NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	'BRS Colosso'			'BRSMG Conai'		
		26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>	26 DAT <sup>1</sup>	41 DAT <sup>1</sup>	70 DAT <sup>1</sup>
-----mg g <sup>-1</sup> -----							
<b>N-tot</b>							
	100:00	47,27 a A	43,27 b A	48,33 a A	41,80 a A	40,00 b A	48,73 a A
	80:20	43,73 a A	43,53 b A	45,07 a A	40,73 a A	47,27 a A	35,33 b A
	60:40	49,73 a A	50,47 a A	35,00 b B	48,40 a A	41,00 a A	40,20 b A
	50:50	48,67 a A	44,93 bc A	34,53 b B	44,00 a A	47,33 a A	44,53 b A
	40:60	48,53 a A	49,93 a A	40,80 a B	44,67 a A	47,93 a A	44,07 ab A
	<b>Média</b>	<b>47,59 (100)<sup>2</sup></b>	<b>46,43 (100)<sup>2</sup></b>	<b>40,75 (100)<sup>2</sup></b>	<b>43,92 (100)<sup>2</sup></b>	<b>44,71 (100)<sup>2</sup></b>	<b>42,57 (100)<sup>2</sup></b>
<b>N-org</b>							
	100:00	45,21 a A	40,17 b A	46,34 a A	39,06 a A	37,72 a A	46,22 a A
	80:20	41,89 a A	41,67 bc A	44,15 ab A	38,95 a A	45,06 a A	34,05 b A
	60:40	48,19 a A	48,74 a A	33,68 b B	47,42 a A	39,53 a A	38,82 b A
	50:50	47,67 a A	43,69 b A	33,47 b B	42,79 a A	46,21 a A	43,46 a A
	40:60	47,89 a A	48,64 a A	39,89 a B	42,37 a A	46,82 a A	43,23 a A
	<b>Média</b>	<b>46,17 (97,02)</b>	<b>44,58 (96,03)</b>	<b>39,51 (96,96)</b>	<b>42,12 (95,90)</b>	<b>43,07 (96,33)</b>	<b>41,20 (96,78)</b>
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>							
	100:00	1,64 a A	2,42 a AB	1,49 a B	2,25 a A	1,91 a B	1,93 a B
	80:20	1,14 b A	1,31 b A	0,40 c B	1,28 b A	1,70 a A	0,52 b B
	60:40	1,10 b A	1,05 b A	0,81 bc A	0,58 b B	1,02 b A	0,49 b B
	50:50	0,58 c B	0,82 c A	0,55 c B	0,77 b A	0,55 b B	0,45 b B
	40:60	0,62 c A	0,56 c A	0,49 c AB	1,74 ab A	0,34 b B	0,36 b B
	<b>Média</b>	<b>1,02 (2,14)</b>	<b>1,23 (2,65)</b>	<b>0,75 (1,84)</b>	<b>1,32 (3,01)</b>	<b>1,10 (2,47)</b>	<b>0,75 (1,76)</b>
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>							
	100:00	0,42 b B	0,67 b A	0,50 a B	0,49 a A	0,38 b A	0,58 b A
	80:20	0,70 a A	0,55 b A	0,52 a A	0,50 a B	0,51 b B	0,76 a A
	60:40	0,44 b AB	0,68 a A	0,51 a A	0,40 a B	0,45 b B	0,89 a A
	50:50	0,42 b A	0,42 c A	0,41 a A	0,45 a A	0,58 b A	0,62 bc A
	40:60	0,43 b C	0,73 a B	2,18 a A	0,55 a B	0,78 a A	0,48 c B
	<b>Média</b>	<b>0,48 (1,01)</b>	<b>0,61 (1,32)</b>	<b>0,82 (2,02)</b>	<b>0,48 (1,09)</b>	<b>0,54 (1,20)</b>	<b>0,67 (1,56)</b>

Para cada forma de nitrogênio, dentro de cada cultivar, médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si (Duncan 5%). <sup>1</sup> DAT: Dias após o transplantio. <sup>2</sup> Para as médias, dentro de cada estádio de avaliação, os valores entre parênteses referem-se aos percentuais de cada forma em relação ao Ntotal = 100%.

**CONCLUSÕES:** O fornecimento de N exclusivamente como N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> é prejudicial ao desenvolvimento de plantas de arroz na fase inicial de crescimento, devido a baixa ARN neste estádio, enquanto que maiores proporções de amônio afetam o crescimento na fase inicial e início da emissão de panículas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. E. **Redução do nitrato, assimilação do amônio e transporte do nitrogênio em plantas jovens de seringueira**. 2001. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 95p. (Boletim Técnico, 5).

## COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

DIOGO DA COSTA SILVA<sup>1</sup>; FERNANDO DOS SANTOS SILVA<sup>1</sup>; CRISTIANO MESQUITA REIS<sup>1</sup>; CARLA RIBEIRO DE REZENDE CHADUD<sup>1</sup>; ITAMAR ROSA TEIXEIRA<sup>2</sup>; ADILSON PELÁ<sup>2</sup>

**RESUMO:** O arroz é alimento básico da população brasileira. Apesar dessa importância é tida como cultura de baixo nível tecnológico, especialmente nas condições de cerrado, e sendo este um dos fatores responsáveis pelas baixas produtividades. Recentemente houve mudanças no sistema de cultivo dessa poácea, no tocante ao surgimento de cultivares mais produtivas e do tipo longo fino, atendendo assim as exigências dos consumidores. Este trabalho teve por objetivo avaliar as características agrônomicas da cultura de arroz de terras altas sob diferentes densidades de semeadura. Os tratamentos constaram do emprego de três cultivares de arroz (Curinga, Guarani e Talento) em combinação com quatro densidades de semeadura (30, 60, 90 e 120 sementes por metro linear). Conclui-se que o emprego de 63 sementes por metro linear, independente da cultivar utilizada, permitiu a obtenção dos maiores rendimentos de arroz.

**Palavras - chave:** *Oriza sativa*, cultivares, população de plantas, produção.

**INTRODUÇÃO:** O arroz (*Oriza sativa*) se destaca como alimento básico da população brasileira, com um consumo *per capita* em torno de 49 kg/hab/ano do produto beneficiado polido (FERREIRA e VILLAR, 2004). Apesar dessa importância a cultura foi relegada a segundo plano, especialmente quando utilizada no processo de abertura dos cerrados. Além disso, a qualidade do produto final era questionável pelos consumidores, uma vez que estes exigiam o tipo longo fino não se dispunha de gen tipos com essa característica (VIEIRA, 2004).

Nas últimas décadas, entretanto, houve uma mudança nesse cenário com o lançamento pelo Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão - CNPAF de gen tipos adaptados as condições de sequeiro (BRESEGHELLO et al., 1998), atualmente denominado de terras altas, no tocante a materiais mais produtivos e dentro do padrão exigido pelos consumidores, ou seja, tipo longo fino.

Apesar disso, vários outros problemas foram surgindo, exigindo que novas pesquisas fossem conduzidas no sentido de responder aos diferentes questionamentos de técnicos e produtores. Dentre as dúvidas destacam-se as questões de população adequada de plantas para os gen tipos adaptados as condições edafoclimáticas dos cerrados.

A recomendação de densidade de semeadura para o arroz de terras altas é de 60 a 80 sementes por metro (BRESEGHELLO, 1998), dependendo principalmente da capacidade de perfilhamento da cultivar, fertilidade do solo e da época de semeadura, além da pureza e do

<sup>1</sup> Alunos do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás-UnU Ipameri. Rodovia GO 330, Anel Viário, 75780-000, Ipameri-GO.

<sup>2</sup> Professores da Universidade Estadual de Goiás-UnU Ipameri.

poder germinativo das sementes. Entretanto, os orizicultores preocupados com o estabelecimento de uma população inicial de plantas, utilizam na semeadura quantidades de sementes superiores às recomendadas, sem considerar que as cultivares modernas de arroz apresentam alta capacidade de perfilhamento, podendo compensar um menor população de plantas por área mediante emissão de maiores números de perfilhos (SOUSA et al., 1995; CRUSCIOL et al., 1999). Por outro lado, a utilização de uma alta densidade de plantas não garante altas produtividades como constado por Souza et al. (1995), pois nesta condição embora o número de panículas possa ser maior, estas contém menor número de grãos. Além disso, altas densidades de semeadura promove aumento do autosombreamento, ocasionando redução da atividade fotossintética das plantas.

Nesse contexto o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características agrônômicas de cultivares de arroz submetidas a diferentes densidades de semeadura na condição de cerrado do sudeste goiano.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzindo na safra agrícola 2004/2005 em Ipameri-GO, em área experimental pertencente a Unidade Universitária de Ipameri, em Latossolo vermelho-amarelo distr férrico. Foi realizada análise química cujos resultados foram: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,0; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mgdm<sup>-3</sup>) = 2,0; K<sub>2</sub>O (mgdm<sup>-3</sup>) = 58; Ca (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 4,0; Mg (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 1,2; Al (cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) = 0,0; V (%) = 65%; M.O (dag.kg<sup>-1</sup>) = 3,5; a análise granulométrica não foi realizada para a execução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram do emprego de três cultivares de arroz de terras altas (Curinga, Guarani e Talento) em combinação com quatro densidades de semeadura (30, 60, 90 e 120 sementes por metro linear).

As parcelas foram constituídas de 5,0 metros de comprimento e 0,35 metros entre fileiras. Como área útil foram consideradas as duas fileiras centrais (5,0 x 0,60 m), totalizando assim 3,0 m<sup>2</sup>.

O preparo do solo foi efetuado com arado escarificador seguido de grade niveladora e sulcador. A adubação básica foi efetuada de acordo com a análise de solo. A aplicação de N em cobertura foi realizada aos 20 dias ap s emergência - DAE, utilizando a uréia como fonte.

Por ocasião da maturação foram tomadas aleatoriamente, na área útil de cada parcela, 10 panículas para quantificar as suas alturas e os componentes do rendimento (número de grãos por panícula e peso de cem grãos). Posteriormente foi determinado o rendimento de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando detectado significância, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (dados qualitativos) e a regressão (dados quantitativos).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve diferença significativa entre as cultivares e densidades de semeadura, não ocorrendo efeito de sua interação. Dentre os componentes do rendimento analisados, observou-se efeito dos tratamentos sobre o número de grãos por panícula e peso de cem grãos, com os maiores valores obtidos, respectivamente, com as cultivares Curinga e Guarani, e que entretanto, não repercutiu em acréscimos de rendimento de grãos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias das cultivares de arroz submetidas a diferentes densidades de semeadura. UEG, Ipameri-GO, 2005.

Fatores	Características avaliadas			
	Altura de panícula (cm)	Número de grãos por panícula	Peso de cem grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Cultivares				
Curinga	15	80a	2,5b	2032,7
Guarani	16	66b	3,1a	1856,7
Talento	15	62b	2,1c	1816,7
Média geral	15	70	2,6	1902,0
C.V (%)	10,5	20,2	9,8	22,4

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A altura de panícula também não mostrou-se influenciado pelos tratamentos em questão.

A ausência de resposta das cultivares de arroz sobre o rendimento, provavelmente se explica pelo fato dos atuais gen tipos disponíveis no mercado apresentarem bons rendimentos em uma faixa ampla de densidade, como constatado em outros trabalhos de pesquisa (SOUSA et al., 1995; CRUSCIOL et al., 1999). Desta forma, esta plasticidade apresentada pela cultura esta associada, em densidades elevadas de 120 sementes por metro linear, a produção de um menor número de grãos por panícula e peso de cem grãos, refletindo em decréscimo de produtividade (Tabela 1), isto atribuído ao autosombreamento, ocasionando redução da atividade fotossintética das plantas, como afirmam Souza et al. (1995). Por outro lado, nas densidades mais baixas como 30 sementes por metro linear, a capacidade das plantas de compensarem propicia maior perfilhamento das plantas, ocasiona acréscimos no número de grãos por panícula e peso de cem grãos, não trazendo entretanto, acréscimos de rendimento por unidade de área, devido principalmente ao agravamento dos problemas com as plantas daninhas.

O maior rendimento de grãos de arroz, independente da cultivar utilizada, foi obtida com o uso de 63 sementes por metro linear, e que tornou possível a obtenção de 2069,21 kg ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, em densidades superiores a este valor notou-se decréscimo do rendimento, tendo a maior densidade testada (120 sementes por metro linear) tonado possível a obtenção de 1642,64 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 26% inferior (Figura 1). Estes resultados corroboram as sugestões de densidade de semeadura para o arroz de terras altas, que segundo (BRESEGHELLO, 1998), seria de 60 a 80 sementes.

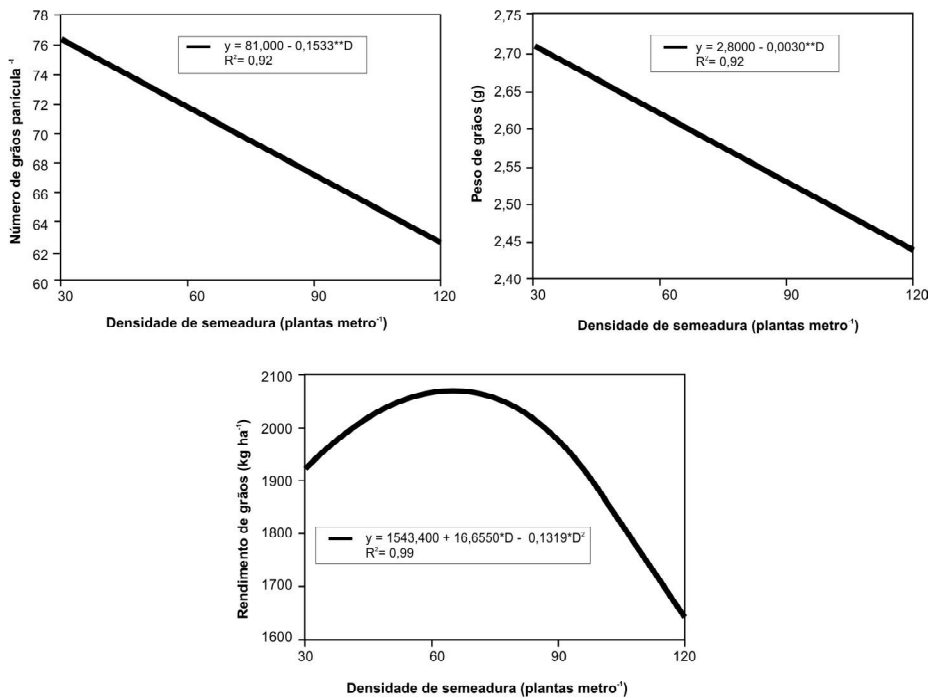


Fig. 1. Produção de biomassa de arroz submetido a diferentes densidades de semeadura. UEG, Ipameri-GO, 2005.

Devido a recorrência da plasticidade apresentada pela maioria das cultivares de terras altas recomendadas atualmente, pode-se ressaltar que o uso de densidades maiores que as necessárias promove a oneração do custo de produção da orizicultura. Tomando-se por base o atual custo médio da saca de semente de arroz (U\$ 32,0), e acrescentando o custo do

transportes em saco a mais de sementes por hectare pode constatar que este estaria onerando o custo final, em torno de 5%.

**CONCLUSÃO:** O emprego de 63 sementes de arroz por metro linear propicia o maior rendimento do arroz de terras altas, independentes da cultivar utilizada.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRESEGHELLO, F. Semeadura do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás: CNPAF, p. 55-58, 1998.

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E.M.; MORAIS, O.P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L.F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás: CNPAF, p. 41-53, 1998.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Rendimento de benefício e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de sementeira do arroz de sequeiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 75-80, 1999.

FEREIRA, C.M.; VILLAR, P.M.D. Aspectos da produção e mercado de arroz. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 11-18, 2004.

SOUSA, R.O.; GOMES, A.S.; MARTINS, J.F.S.; PEÑA, Y.A. Densidade de sementeira e espaçamento entre linhas para o arroz irrigado no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 69-74, 1995.

VIEIRA, N.R.A. Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 94-100, 2004.

## PROJETO MARCA: RESULTADOS SAFRA 2004/05

AZAMBUJA<sup>1</sup>, I.H.V., PETRINI<sup>2</sup>, J. A., GOMES<sup>2</sup>, A. S., ANDRES<sup>2</sup>, A., FAGUNDES<sup>3</sup>, P. R. R

**INTRODUÇÃO:** No Rio Grande do Sul, o arroz é tradicionalmente uma das principais culturas, ocupando anualmente cerca de 1 milhão de hectares, sendo responsável pela produção de 6,25 milhões de toneladas (2004/05), volume considerado como estabilizador da safra nacional. O desenvolvimento da orizicultura gaúcha está associado à predominância da lavoura irrigada e à utilização de tecnologia (genética e manejo). Nos últimos dez anos, a lavoura orizícola gaúcha tem apresentado uma produtividade média em torno de 5,0 t ha<sup>-1</sup>, variando de 4,4 t ha<sup>-1</sup> (safra 1997/98) a 6,14 t ha<sup>-1</sup> (safra 2004/05). Contudo, a produtividade média obtida, não expressa o potencial de 10 t ha<sup>-1</sup>, das cultivares lançadas pela pesquisa e utilizadas no Estado. Embora existam produtores que ultrapassam a produtividade média do RS, há uma percentagem significativa (31%) que não atinge níveis satisfatórios de produtividade (menos de 5 t ha<sup>-1</sup>) e de rentabilidade, que via de regra, pode estar associado ao baixo uso e/ou a aplicação de tecnologias de modo inadequado. Estas lacunas de produtividade observadas nas lavouras orizícolas do Estado, também estão associadas a aspectos relacionados à instabilidade da produtividade, decorrentes, principalmente, da variabilidade das condições climáticas, da falta de monitoramento da cultura, da variabilidade na aplicação das práticas de manejo e dos insumos utilizados, dentre outras. A estas, adiciona-se, a preocupação com a sustentabilidade da qualidade ambiental dos ecossistemas de várzeas. Além disso, a retirada dos subsídios (que no passado asseguravam a rentabilidade, mesmo quando a agricultura fosse ineficiente) e a necessidade

<sup>1</sup> Economista, Graduada em Ciências Econômicas, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. Fone: (53) 3275-8479. ilsabel@cpact.embrapa.br

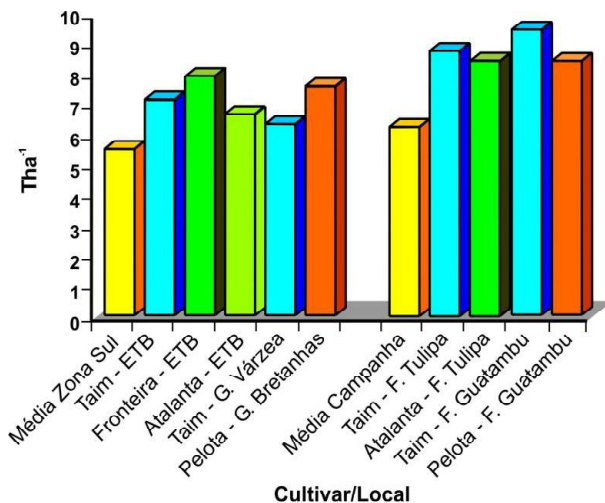
<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Embrapa Clima Temperado.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Embrapa Clima Temperado.

de enfrentar com êxito os cada vez mais abertos e competitivos mercados internacionais, vêm demonstrando que o planejamento estratégico, a administração dos custos (somente de 25% dos orizicultores gaúchos possuem algum sistema de controle de custo das suas lavouras) e a administração financeira na empresa rural assumem fundamental importância para a competitividade e a eficácia que a atualidade exige. Com o objetivo de contribuir para que as lavouras de arroz do RS se tornem eficientes, competitivas e rentáveis, a Embrapa Clima Temperado implementou o projeto MARCA – Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado, na safra 2004/05.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A implementação e desenvolvimento do projeto MARCA, está se concretizando com parcerias de produtores em diferentes regiões orizícolas do estado do RS, onde são instaladas Unidades Demonstrativas (UD's), nas quais são aplicadas um conjunto de técnicas recomendadas pela Embrapa. Este processo de transferência de tecnologia, vem levando ao setor orizícola gaúcho uma proposta de mudança, onde o uso das tecnologias/insumos/práticas culturais se dêem de forma racional e integrada, no momento oportuno, preocupando-se sempre “como” e “quando” fazê-lo, e contribuindo para a melhoria do ambiente de Terras Baixas de Clima Temperado. Na safra 2004/05, o Projeto Marca foi instalado nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Dom Pedrito. Em Pelotas, na Granja da Várzea, a área da UD foi de 13 ha; em Capão do Leão, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, foi instalado em uma área de 20 hectares, sendo estes dois municípios pertencentes a região Zona Sul. No município de Dom Pedrito, região da Campanha, foram instaladas duas unidades demonstrativas: uma na Fazenda Tulipa (10,04 ha) e outra na Fazenda Guatambú ( 9,7 ha). Na ETB, utilizou-se três cultivares (Taím, Fronteira e Atalanta), na F. Tulipa e F. Guatambú, utilizou-se duas cultivares (Taím e Atalanta, e Taím e Pelota, respectivamente) e as tecnologias-chave descritas em Gomes, Petrini & Fagundes (2004).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 e 2 pode-se observar o manejo adotado nas áreas e a produtividade alcançada pelas cultivares. Na Figura 1 apresentam-se as produtividades médias obtidas com o manejo recomendado pelo Projeto Marca, nas regiões da Campanha e Zona Sul, na safra 2004/05. Estas se mostraram superiores às respectivas médias regionais, à média Estadual e, em sua maioria, semelhantes ou superiores ao rendimento potencial médio de lavoura estimado para o Estado do RS, de 8,0 t ha<sup>-1</sup> (Gomes, Fagundes & Petrini, 2006).



**Fig. 1.** Produtividades médias de grãos de arroz irrigado na Zona Sul e na Campanha, e produtividades médias obtidas com o manejo preconizado pelo Projeto Marca, nas respectivas UD's, na safra 2004/05.

**Tabela 1.** Manejo utilizado pelo Projeto “Marca” em Dom Pedrito. Safra 2004/05.

Manejo	Fazenda Tulipa		F. Guatambú	
	Taim	Atalanta	Taim	Pelota
Cultivar				
Área (ha)	5,24	4,8	3,5	6,2
Semeadura (data)	21/10/04	18/11/04	22/10/04	22/10/04
(kg ha <sup>-1</sup> )	147		125	125
Adubo base (kg ha <sup>-1</sup> )	315	315	300	300
Ad. Cobertura - Uréia				
1° aplic. (data)	26/11/04	14/12/04	27/11/04	27/11/04
(kg ha <sup>-1</sup> )	110	110	100	100
2° aplic. (data)	27/12/04	03/01/05	30/12/04	30/12/04
(kg ha <sup>-1</sup> )	70	70	100	100
Agroquímicos - Herbicidas				
1° aplic. (data)	01/11/04	14/12/04	25/11/04	25/11/04
2° aplic. (data)	16/11/04	13/02/05	-	-
Fungicidas (data 1° aplic.)	13/02/05	13/02/05	04/02/05	04/02/05
(data 2° aplic)	-	-	24/02/05	24/02/05
Inseticidas - (data aplic.)	-	-	22/12/04	22/12/04
Irrigação - início (data)	27/12/04	04/01/2005	28/11/04	28/11/04
Produtividade ( kg ha <sup>-1</sup> )	8.724	8.381	9.440	8.378

**Tabela 2.** Manejo adotado na área do projeto Marca na ETB, Embrapa Clima Temperado. Safra 2004/05.

Manejo	Cultivar		
	BRS 7 Taim	BRS Fronteira	BRS Atalanta
Cultivar			
Área (ha)	8,72	3,68	7,33
Semeadura (data)	29/10/2004	30/10/2004	20/11/2004
(kg ha <sup>-1</sup> )	130	130	130
Adubo base			
(kg ha <sup>-1</sup> )	400	400	400
Uréia kg ha <sup>-1</sup>	100	100	100
Data 1°aplic.	04/12/2004	04/12/2004	14/12/2004
(28 dae)		(28 dae)	(20 dae)
kg ha <sup>-1</sup>	60	60	60
Data 2° aplic.	15/01/2005	15/01/2005	15/01/2005
Herbicida			
data aplic.	30/10/2004	30/10/2004	23/11/2004
Irrigação	05/12/2004	05/12/2004	14/12/2004
(29 dae)		(29 dae)	(20 dae)
Produtividade kg ha <sup>-1</sup>	7.104	7.870	6.640

**CONCLUSÕES:** No primeiro ano do “Projeto Marca”, observou-se que a utilização de cultivares com alto potencial produtivo aliadas ao manejo racional do arroz irrigado, possibilitou obter altas produtividades, superiores às obtidas no Estado, nas Regiões orizícolas e nos municípios onde as UD’s foram instaladas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, A. da S.; PETRINI, J. A.; FAGUNDES, P. R. R. *Manejo racional da cultura do arroz irrigado “Programa Marca”*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 203 p.

GOMES, A. da S.; FAGUNDES, P. R. R.; PETRINI, J. A. *Estratégias de manejo para maximizar o rendimento potencial do arroz irrigado no RS*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 28p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 153).

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. IRGA. *Arroz irrigado - safra* **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 2004/2005** Disponível em: <<http://irga.rs.gov.br/>>. Acesso em: 11 out. 2005.

## USO DA TERRA NATURAL DE IPIRÁ COMO FERTILIZANTE NATURAL NA PRODUÇÃO DE ARROZ

OLIVEIRA, I.P.; CUSTÓDIO, D.P.; SANTOS, R.S.M., NEVES, B.P.

**INTRODUÇÃO:** O produto Terra Natural de Ipirá é o nome comercial de um produto que apresenta como componente básico a bentonita que vem sendo testado com resultados positivos na agricultura. A bentonita é uma argila encontrada em depósitos naturais. As propriedades da bentonita variam de acordo com as condições locais de clima em que a jazida foi formada. Em presença de água, as partículas de bentonita se hidratam e se expandem formando uma suspensão coloidal. No estado máximo de sua expansão, essas partículas movem-se livremente e, devido às cargas elétricas que possuem, vão formar estruturas organizadas. As bentonitas dependendo do cátion permutável podem ser cálcicas ou sódicas. Apresentam características de estabilidade, formam rapidamente superfície porosa e tem capacidade de se liquidificar e geleificar dependendo da umidade local. Algumas dessas argilas são usadas no campo agrícola como repelente e feromônio no controle biológico de pragas em cultivo de árvores, plantas medicinais e culturas tradicionais. A finalidade desta pesquisa foi testar a eficiência da Terra Natural de Ipirá no desenvolvimento e produtividade da cultura do feijão em comparação com o fertilizante comercial aplicado em quantidades recomendadas pela pesquisa.

**METODOLOGIA:** Os resultados foram obtidos em Santo Antônio de Goiás em um Latossolo Vermelho escuro, fase cerrado pobre em matéria orgânica, ácido, pobre em fósforo, cálcio, magnésio, manganês e zinco.

Foram estudados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1 = testemunha, não recebeu nenhum tipo de correção do solo ou adubação.

Tratamento 2 = adubação do produtor ou seja 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.

Tratamento 3 = aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como fertilizantes.

Tratamento 4 = aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como corretivo + 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O para verificação do efeito corretivo da Terra Natural de Ipirá.

Tratamento 5 = parcela corrigida com calcário dolomítico combinado 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificação do seu efeito como corretivo + 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O para verificação do efeito corretivo da Terra Natural de Ipirá. O efeito deste tratamento serve para comparar se os tratamentos com a Terra de Ipirá servem como corretivo do solo, uma vez que o solo recebeu também calagem.

Tratamento 6 = aplicação de 1.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificar o seu efeito como fertilizante.

Tratamento 7 = aplicação de 3.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá para verificar o efeito de doses crescentes como fertilizante.

Tratamento 8 = aplicação de 9.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá com dose crescente de fertilizante.

Tratamento 9 = aplicação de 27.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá como dose crescente de fertilizante.

O arroz foi cultivado como cultura irrigada sob pivô central. Foram observados os parâmetros de produção e as características do solo antes e depois do ensaio colhido.



**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A produção de arroz foi influenciada pela aplicação de Terra Natural de Ipirá. Quando se aplica quantidades elevadas deste produto, a produção de grão é aumentada. A partir de 1.000 kg/ha, foram observadas acréscimos de produção (Figura 1). Esta dose correspondente à aplicação de 250 kg/ha de 4:30:16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O apresentou produção de grão relativamente boa. Comparando essa adubação comercial com resposta obtidas com a Terra Natural de Ipirá, verifica-se que 250 kg/ha de 4:30:16 equivalem-se à dose de 1.000 kg/ha da fonte natural testada (Figura 1).

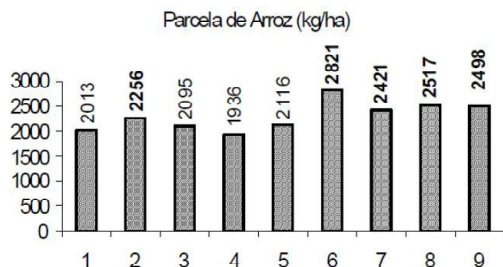


Fig. 1. Produtividade do arroz, cultivar, sob diferentes doses de fertilizantes.

Os pHs mais elevados foram observados em parcelas onde se aplicou os Tratamentos 3 (aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá) e Tratamento 8 (aplicação de 9.000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá). À medida que os solos foram sendo usados, ocorreu o processo de decomposição da matéria orgânica com formação tanto de ácidos orgânicos como de inorgânicos (Figura 2).

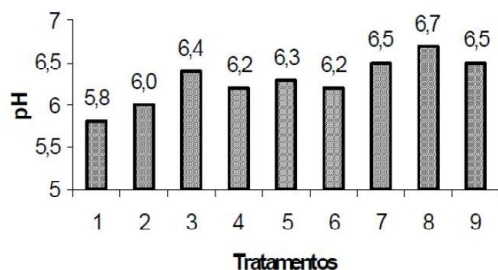


Fig. 2. Efeito da Terra Natural de Iporá em relação à fertilizantes comerciais no pH (1:2,5 solo:água) do solo.

O ácido mais simples e encontrado em maior abundância é o carbônico, que resulta da combinação do xido carbônico com a água. Por ser um ácido fraco não pode ser responsabilizado pelos baixos valores de pH do solo.

Os ácidos inorgânicos, como os ácidos sulfúrico e nítrico, e alguns ácidos orgânicos fortes são potentes supridores de íons de hidrogênio do solo. A acidez do solo surge com o contato dos ácidos do solo com a solução aquosa, dissociando em ânion e hidrogênio. A faixa de pH entre 5,8 e 6,2 é a que apresenta maior disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais então disponíveis para as culturas. Solos com pH abaixo de 7 são considerados ácidos, e os com pH acima de 7, alcalinos. Os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são mais disponíveis em pHs mais elevados em relação à tolerância à maioria das plantas. Já a maioria dos micronutrientes têm suas concentrações reduzidas quando se aumenta o pH, e o boro, molibdênio e cloro são mais disponíveis em pH mais alcalinos.

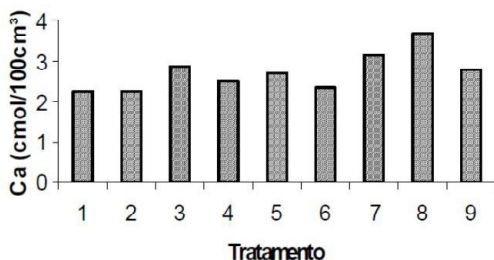


Fig. 3. Efeito de diferentes tratamentos na concentração de cálcio (Ca) no solo.

As parcelas que receberam Terra de Ipirá apresentaram maiores concentrações de cálcio (Figura 3) e magnésio (Figura 4), seja onde se aplicou baixas doses como no Tratamento 3 (aplicação de 300 kg/ha de Terra Natural de Ipirá) como no Tratamento 8 (aplicação de 3000 kg/ha de Terra Natural de Ipirá) nas mesmas parcelas que apresentavam maior pH.

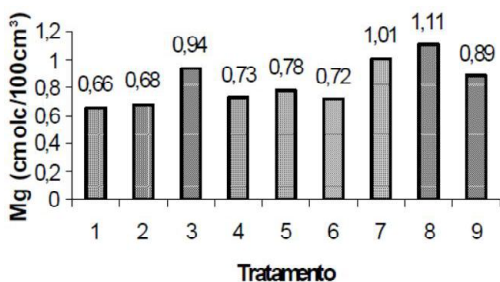


Fig. 4 . Efeito de diferentes tratamentos na concentração de magnésio (Mg) no solo.

A calagem é usada para elevar a saturação de bases da capacidade de troca de cátions do solo a valores desejados, de acordo com a cultura. Um indicativo do aumento da acidez do solo, mas não responsável, é o alumínio, que está associado à acidez dos solos tropicais. Em situações de acidez elevada, o alumínio surge em solução na forma de alumínio trocável. Tornando-se desta forma livre na solução do solo e t xico para as plantas. Na análise do solo o Al é aceitável ou tolerável até 0,3 cmol/100cm<sup>3</sup>. O alumínio trocável no solo é encontrado em maiores concentrações no solo em pH abaixo de 5,5. Por outro lado, em pH entre 5,7 e 6,8, a maioria dos nutrientes ficam disponibilizados para as plantas sem nenhum efeito nocivo do alumínio tanto na disponibilidade de nutrientes como no complexo sortivo do solo. Nas parcelas com teores mais elevados de cálcio e magnésio foram verificados pHs entre 6,0 e 6,8 onde se aplicou Terra de Ipirá.

**CONCLUSÕES.** A Terra Natural de Ipirá funcionou como fertilizante, elevando a cultura ao máximo de produtividade. Demonstrou ser fonte de cálcio e magnésio, ambos importantes na produção de grãos. Como grande vantagem a Terra Natural de Iporá é não ser fonte acidificante do solo.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANÔNIMO. **Bentonita.** <[http:// enq.ufsc.br/labs/simpro/ensino/eqa5312/trabalhos/2001.1/ 2001.1equipe04/bentonita.htm](http://enq.ufsc.br/labs/simpro/ensino/eqa5312/trabalhos/2001.1/2001.1equipe04/bentonita.htm)>. Acesso em 05/11/2004.

GOPINATH, T.R.; CRUZ, V.C.A.; FREIRE, J.A. Estudo comparativo da composição química e as variedades de argilas bentoníticas da região de Boa Vista, Paraíba. **Revista de Geologia**, vol. 16, n° 1, 35-48, 2003.

ROSSI, M.A.P. **Argilas.** Disponível em <[www.portorossi.art.br/](http://www.portorossi.art.br/)>. Acesso 07/08/2004.

# **Sustentabilidade do arroz de terras altas**



## CULTIVARES E LINHAGENS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS AVALIADAS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL

MOIZÉS DE SOUSA REIS <sup>(1)</sup>, ANTÔNIO ALVES SOARES <sup>(2)</sup>, VANDA MARIA DE OLIVEIRA CORNÉLIO <sup>(3)</sup>, PLÍNIO CÉSAR SOARES <sup>(4)</sup>, JANINE MAGALHÃES GUEDES <sup>(5)</sup>.

**INTRODUÇÃO:** O sistema plantio direto tem-se destacado como uma alternativa muito importante na produção de grãos por permitir o cultivo, sem que haja grandes impactos ao ambiente, concorrendo para maior preservação dos recursos solo e água. Entretanto, para a cultura do arroz de terras altas, ainda não se pode recomendar com segurança essa modalidade de plantio, principalmente por não se dispor ainda de dados suficientes de pesquisa. Um dos aspectos mais importantes em relação a adoção do sistema plantio direto para o arroz de terras altas é o comportamento das cultivares nesse tipo de manejo do solo. Poucos estudos têm sido feitos no sentido de selecionar linhagens ou cultivares para esse sistema. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional, bem como verificar se há resposta diferenciada dos materiais testados aos dois sistemas de cultivo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento, constituído de dois ensaios, um no sistema plantio direto e outro no sistema convencional, foi conduzido em Lambari-MG (altitude de 845 m, latitude 21°58'S, longitude 45°22'W, precipitação anual de 1642 mm e temperatura média anual de 20,8°C) nos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005. No primeiro ano, a instalação dos ensaios ocorreu dia 25 e 26 de novembro para o sistema plantio direto e convencional, respectivamente e, no segundo ano, os ensaios foram instalados dia 15 e 16 de dezembro para os respectivos sistemas. Foram avaliadas, em cada ano, 13 cultivares e linhagens obtidas pelo programa de melhoramento de arroz de terras altas do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária (Epamig/UFLA/Embrapa). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. As parcelas constituíram-se de cinco linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,4m entre si, com densidade de 80 sementes/m. A área útil foi de 4m das três linhas centrais, deixando-se 0,5m em cada extremidade.

No preparo de solo da área de plantio convencional, realizou-se uma aração com antecedência de 30 dias ao plantio e uma gradagem niveladora às vésperas da instalação dos ensaios. No SPD, as parcelas apresentavam-se cobertas com restos culturais de feijão. A área de plantio dos ensaios vem sendo cultivada há pelo menos três anos sob plantio direto com essa cultura. O solo, onde foram instalados os ensaios, caracteriza-se como Latossolo vermelho-escuro distr fico. A adubação constou de 300 kg/ha da fórmula 08-30-16 + 0,5% Zn no plantio e de 40 kg/ha de N em cobertura aos 45 dias após a semeadura. A característica analisada foi produtividade de grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Pelos dados da Tabela 1, observa-se que nem todas as cultivares e linhagens testadas tiveram comportamento similar nos dois anos agrícolas, indicando haver interação gen tipo x ambiente, como revelado na análise de variância. No ano agrícola 2003/2004, o material mais produtivo foi a linhagem MG 1094, seguida da MG 1078 e da MG 1096. Já, em 2004/2005, a MG 1084 foi a que apresentou maior produtividade de grãos, seguida da MG 1096, MG 1094 e da 'BRSMG Conai'.

<sup>1</sup> Pesquisador, EPAMIG, Caixa Postal 176, CEP: 37200-000, Lavras, MG, Fone (35) 38291304, e-mail: moizes@epamig.ufla.br.

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Depto de Agricultura, UFLA Lavras, MG.

<sup>3</sup> Pesquisadora, EPAMIG Lavras, MG.

<sup>4</sup> Pesquisador, EPAMIG Viçosa, MG,

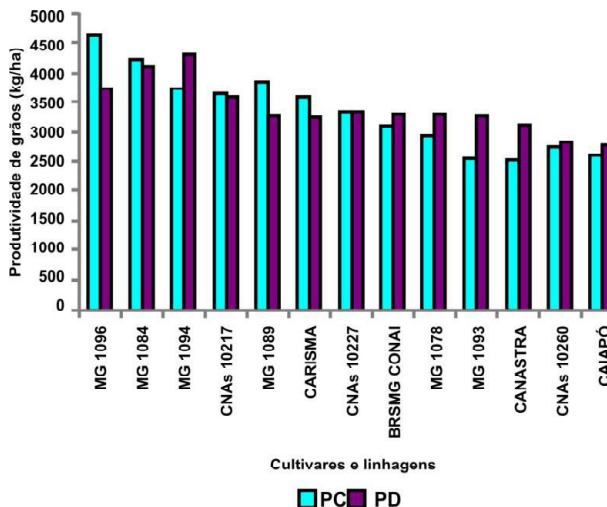
<sup>5</sup> Bolsista Bic, FAPEMIG/EPAMIG, UFLA Lavras, MG.

**Tabela 1.** Produtividades médias de grãos (kg/ha) de cultivares e linhagens de arroz de terras altas nos sistemas plantio direto e convencional. Lambari-MG, 2003/2004 e 2004/2005.

Cultivares e Linhagens	Ano Agrícola		
	2003/2004	2004/2005	Média
MG 1096	3159 a	5187 a	4173
MG 1084	2912 a	5364 a	4138
MG 1094	3367 a	4635 b	4001
CNAs 10217	2897 a	4332 b	3615
MG 1089	2772 a	4320 b	3546
CARISMA	2944 a	3867 c	3405
CNAs 10227	2340 b	4291 b	3315
BRSMG CONAI	1802 b	4583 b	3192
MG 1078	3277 a	2961 c	3119
MG 1093	2234 b	3572 c	2903
CANASTRA	1673 b	3978 c	2826
CNAs 10260	1409 b	4152 b	2780
CAIAPÓ	1932 b	3440 c	2686
Média	2517	4206	3361
C.V (%)	21,98	14,40	

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade média de grãos das cultivares e linhagens, nos dois sistemas de plantio, foi superior no ano agrícola 2004/2005 comparado a 2003/2004, o que pode ser explicado pela distribuição irregular de chuvas e pelo fato de que, em 2003/2004, ocorreu maior incidência de doenças, especialmente brusone do pescoço. Na média dos dois anos agrícolas, as linhagens mais promissoras para lançamento, considerando produtividade de grãos são: MG 1096, MG 1084 e MG 1094, contudo a MG 1084, por não apresentar boa qualidade culinária, foi descartada (UFLA, 2005). A inexistência de interação entre sistemas de cultivo x cultivares/linhagens, conforme foi constatada na análise de variância, indica similaridade de produtividade de grãos nos dois sistemas de plantio, concordando com resultados obtidos por Moura Neto (2002). Apesar da inexistência de interação, alguns materiais tiveram melhor desempenho no SPC e outros no SPD (Fig. 1).

**Fig. 1.** Desempenho comparativo para produtividade de grãos de cultivares e linhagens de arroz de terras altas sob plantio direto (PD) e convencional (PC). Lambari-MG, 2003/2004 e 2004/2005.

A ausência de interação é corroborada por uma correlação fenotípica altamente **significativa** ( $r = 0,72^{***}$ ) dos materiais testados nos dois sistemas de cultivo, mostrando que boa parte dos materiais mais produtivos sob plantio convencional também o foram sob plantio direto (Fig. 1). Isso é um aspecto positivo, inferindo-se que, na prática, os materiais superiores podem ser recomendados tanto para o sistema convencional quanto para o plantio direto. Além do mais, não há necessidade de se conduzir um programa de melhoramento para cada um dos sistemas de plantio, uma vez que as melhores linhagens em um sistema também o será no outro. Nota-se ainda que, considerando a média de dois anos, não houve diferença estatística entre os dois sistemas (Fig.1), o que demonstra que o sistema plantio direto pode produzir tão bem quanto o sistema convencional.

**CONCLUSÃO:** As cultivares e linhagens de arroz testadas em condições de terras altas têm comportamento semelhante para produtividade de grãos nos sistemas plantio direto e convencional.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais e ao CNPq pela concessão de bolsa ao coordenador do referido projeto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOURA NETO, F.P.; SOARES, A.A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n.5, p.904-910, set/out.,2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Melhoramento genético de arroz para terras altas em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2005. 52 p. (Relat rio de pesquisa apresentado à FAPEMIG em 2005).

## PREPARO DO SOLO, MANEJO DE ÁGUA E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE TERRAS ALTAS <sup>1</sup>

ARF <sup>2</sup>, O., NAKAYAMA <sup>3</sup>, F.T., KAMIMURA<sup>3</sup>, K.M., OP<sup>3</sup>, W.M., FONSECA <sup>4</sup>, A.E., BUZETTI<sup>2</sup>, S., RODRIGUES<sup>2</sup>, R.A.F., ALVES<sup>2</sup>, M.C.

**INTRODUÇÃO:** Uma das alternativas para atender a demanda de consumo interno de arroz é o aumento da produtividade da cultura, entretanto, o manejo do solo, da água e da adubação nitrogenada ainda não estão bem definidos no cultivo de terras altas irrigado por aspersão. A baixa eficiência de armazenamento de água dos solos, associada a altas taxas de evaporação, tem, provocado déficit que frustram esforços para aumentar a produtividade das culturas. Naturalmente, não se deve esperar que solos sob cultivo mantenham as características físicas e químicas originais, mas deve-se procurar manejá-los de modo a alterar o mínimo possível estas características, especialmente aquelas que afetam a infiltração de água, como porosidade e agregação (Castro et al., 1987). Estudando vários métodos de preparo de solo, Seguy et al. (1985), citados por Kluthcouski et al. (1988), verificaram que o enraizamento do arroz de sequeiro aumentou em 26% no perfil de 0 a 0,60m, quando o solo sofreu descompactação nos primeiros 0,30m. Observaram ainda que no preparo superficial contínuo, ou seja, compactado, 85%

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido com apoio financeiro da FAPESP e do CNPq

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira-SP. E-mail arf@agr.feis.unesp.br.

<sup>3</sup> Discente do Curso de Pós Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Sistemas de produção, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, CEP 15385-000, Ilha Solteira - SP.

<sup>4</sup> Discente do Curso de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, CEP 15385-000, Ilha Solteira - SP.

das raízes encontravam-se nos primeiros 0,10m, enquanto no solo descompactado foram observados apenas 51% do total. O fornecimento de nitrogênio provoca mudanças nas características morfológicas e fisiológicas do arroz, o que, nem sempre, influi de maneira positiva na produtividade. Aplicação de doses relativamente altas de nitrogênio na semeadura, geralmente, aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar, ocasionando aumento no uso de água (Viets Junior, 1996) e redução na produtividade da cultura, por causa do acamamento ou acentuação dos efeitos da deficiência hídrica na fase reprodutiva. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do preparo do solo, manejo da água e aplicação de nitrogênio em cobertura no desenvolvimento e produção do arroz de terras altas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no município de Selvíria (MS). O solo local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distríco típico argiloso. A precipitação média anual é de 1370mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). A análise do solo na camada de 0-0,20m, antes da instalação do experimento revelou os seguintes valores: MO = 18 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 19 mg dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,2; K, Ca, Mg e H+Al = 1,7; 36; 22 e 25 mmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente e V = 70%. Os tratamentos com plantio direto foram instalados em local onde o sistema foi implantado no ano agrícola 1996/97.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com os tratamentos constituídos pela combinação de preparos de solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto), manejos de água (sem irrigação, irrigação nas fases reprodutiva e de maturação e, irrigação em todas as fases) e doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura. As irrigações foram realizadas utilizando-se um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão e a precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris. No manejo de água foram utilizados, dependendo do tratamento, até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 6,0m de comprimento, espaçadas 0,40m entre si, em 2003/04 e 0,35m em 2004/05. A área útil foi constituída pelas 4 linhas centrais, desprezando-se 0,50m nas extremidades das linhas. A adubação na semeadura foi realizada com 200 kg ha<sup>-1</sup> de 08-28-16. A semeadura, no primeiro ano, foi realizada no dia 25/11/2003, utilizando o cultivar BRS-Talento e no segundo ano utilizou-se o cultivar IAC 202 semeado no dia 23/11/2004, utilizando-se 200 sementes viáveis m<sup>-2</sup>.

No plantio direto a dessecação da cobertura do solo foi realizada com o herbicida glifosato (1560g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Aplicou-se logo após a semeadura o herbicida oxadiazon (1000g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Em pós-emergência foi aplicado o metsulfurom metil (2,0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) visando o controle de plantas daninhas de folhas largas. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 35 dias após a emergência das plantas. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a uréia e logo após a cobertura foi aplicada uma lâmina de água de aproximadamente 8 mm. Foram avaliadas as seguintes características: número de dias para emergência, florescimento pleno e colheita, altura de plantas, número de panículas m<sup>-2</sup> e produtividade de grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O florescimento pleno e a colheita foram influenciados pelos tratamentos utilizados. Para o preparo do solo as diferenças foram pequenas tanto para o número de dias para o florescimento como para o ciclo. Entretanto, para o manejo de água as diferenças foram maiores e com maior disponibilidade de água (Tabela 01) houve diminuição no número de dias para florescimento e ciclo da cultura nos dois anos de cultivo.



**Tabela 1.** Precipitação pluvial e lâmina de água da irrigação por aspersão durante o ciclo do arroz. Selvíria (MS).

Lâmina de água 1/	Precipitação (mm)		Irrigação (mm)		Total (mm)	
	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05
Sequeiro	694	721	--	-	694	721
L1	694	721	152	178	846	899
L2	694	721	216	235	910	956

1/ Sequeiro: precipitação; L1: precipitação + irrigação nas fases reprodutiva e de maturação; L2: precipitação + irrigação em todas as fases.

A altura de plantas (Tabela 02) apresentou valores inferiores a 0,80m em todos os tratamentos utilizados no primeiro ano de cultivo e inferiores a 1,00m no segundo ano. Nos preparos de solo, o escarificador propiciou valores maiores em relação à grade aradora e plantio direto. É possível que o preparo mais profundo do solo (ao redor de 0,25m) tenha permitido às plantas explorarem maior volume de solo para aproveitamento de água e de nutrientes, resultando em plantas mais desenvolvidas. Comportamento semelhante ocorreu com as lâminas de água onde o cultivo de sequeiro (dependendo somente da precipitação e de sua distribuição), propiciou a obtenção de plantas bem menores em relação às lâminas L1 e L2. Em relação ao número de panículas/m<sup>2</sup> lâmina L2 propiciou a obtenção de maior valor, entretanto, no segundo ano, não diferiu da lâmina L1. O fornecimento de água por irrigação principalmente durante todo o ciclo da cultura propiciou o desenvolvimento mais uniforme dos perfilhos emitidos, resultando em maior perfilhamento útil e, conseqüentemente maior número de panículas/m<sup>2</sup>. Também no segundo ano houve efeito do preparo do solo, onde o tratamento com escarificador apresentou o maior valor seguido pela grade e finalmente pelo plantio direto que apresentou menor número de panículas m<sup>-2</sup>.

**Tabela 2.** Altura de plantas, panículas m<sup>-2</sup> e produtividade obtida em arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS).

Tratamentos	Altura de plantas (m)		Nº de panícula m <sup>2</sup>		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05
	Preparo do solo					
Escarificador	0,74	0,85 a	142	232 a	925a	3.286a
Grade	0,70	0,83 ab	134	212 b	760 b	2.669 b
Plantio Direto	0,70	0,82 b	138	196 c	762 b	2.182 c
	Lâmina de água					
Sequeiro	0,52	0,67 b	129 b	150 b	256 b	0
L1	0,80	0,91 a	127 b	241a	1.057a	2.893
L2	0,82	0,91a	158a	248a	1.135a	2.532
	Adubação nitrogenada (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	0,71	0,83	137	210	770	2.4881
25	0,72	0,85	141	213	827	2.760
50	0,72	0,83	139	213	839	2.852
75	0,70	0,83	139	206	828	2.979
100	0,72	0,85	139	214	840	2.566
125	0,72	0,83	132	222	826	2.661
CV(%)	7,12	10,36	19,27	15,23	24,73	19,42

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.  $^1y = 2.520,2075 + 10,3389x - 0,0793x^2$

Para a produtividade de grãos verifica-se que os preparos do solo interferiram nos dois anos de cultivo. O preparo com escarificador propiciou a obtenção de maior produtividade em relação à grade aradora e plantio direto. O comportamento obtido deve estar relacionado a um possível aprofundamento do sistema radicular em função da criação de um ambiente mais propício para o desenvolvimento radicular em profundidade em relação aos outros sistemas. Quanto às lâminas de água, o sequeiro apresentou baixa ou produtividade zero em função da distribuição irregular de água durante o ciclo da cultura,

apesar do total da precipitação ter sido de 694mm de água (2003/04) e 721mm no segundo ano (Tabela 01). Já o fornecimento de água durante todo o ciclo ou nas fases reprodutivas e de maturação propiciou a obtenção de produtividades superiores em relação ao cultivo de sequeiro, principalmente em 2004/05. É interessante ressaltar que a fase mais crítica à falta de água é a fase reprodutiva e principalmente o período que compreende as duas semanas que antecedem o florescimento da cultura e, no segundo ano, o veranico nessa fase foi mais severo, comprometendo drasticamente a produtividade.

**CONCLUSÕES:** O preparo do solo com escarificador propiciou maior produtividade em relação ao uso de grade aradora ou plantio direto; o fornecimento de água durante todo o ciclo ou nas fases reprodutivas e de maturação propiciaram a obtenção de produtividades muito superiores em relação ao cultivo de sequeiro e, a adubação nitrogenada em cobertura aumentou a produtividade, no segundo ano de cultivo e o maior valor foi obtido com a aplicação de 65 kg ha<sup>-1</sup> de N.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água. In: VIÉGAS, G.P. (Ed.). *Simp sio sobre o manejo de água na agricultura*: Fundação Cargill, 1987. p.27-51.

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds). *Cultura do feijoeiro*: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.249-59.

VIETS JUNIOR, F.G. Increasing water use efficiency by soil management. In: \_\_ (ed) *Plant environment and efficient use*. Madison: American Society of Agronomy, 1966. p.259-74.

## MECANISMOS DE ABERTURA DO SULCO PARA DEPOSIÇÃO DO FERTILIZANTE E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO<sup>1</sup>

NASCIMENTO<sup>2</sup>, V., ARF<sup>3</sup>, O., ALVES<sup>3</sup>, M.C., BUZETTI<sup>3</sup>, S., RODRIGUES<sup>3</sup>, R.A.F., SÁ<sup>3</sup>, M.E.

**INTRODUÇÃO:** O arroz tem mostrado pouca adaptação ao sistema de plantio direto em função do maior adensamento da camada superficial do solo. Bowen (1986) e Hauser (1986), citados por Silva (1990) comentam que uma boa geminação e emergência de plântulas estão relacionadas com quatro fatores edáficos: umidade, temperatura, aeração e resistência mecânica do solo. O conteúdo de água do solo é o maior controlador da germinação e crescimento das plântulas, seguido da temperatura e do grau de contato entre a semente e água líquida dos capilares do solo.

Para que a semente em sistema de plantio direto atenda seus objetivos, a semeadora-adubadora deve realizar as seguintes operações: cortar eficientemente a cobertura vegetal para que os abridores de sulcos possam cumprir sua função; abrir um sulco no solo, depositando o adubo e a semente em posição apropriada, para que aproveitem mais convenientemente a área disponível para o desenvolvimento das plantas; posicionar o adubo e as sementes à profundidade adequada e uniforme; realizar cobertura das sementes com uma camada de solo suficiente para favorecer sua germinação; promover compactação na superfície, para que ocorra maior firmeza e contato da semente com o solo, favorecendo a emergência das plântulas (Casão Jr. e Yamaoka, 1990).

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido com apoio financeiro da FAPESP e do CNPq

<sup>2</sup> Discente do Curso de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, CEP 15385-000, Ilha Solteira - SP.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira-SP. E-mail [arf@agr.feis.unesp.br](mailto:arf@agr.feis.unesp.br).

Já o nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvidos pela cultura do arroz e há necessidade de mais informações para o manejo correto nesse sistema de cultivo. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dois mecanismos de abertura do sulco para deposição do fertilizante e aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura no desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas em sistema de plantio direto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no município de Selvíria (MS). O solo é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distr fico típico argiloso. A precipitação média anual é de 1370mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). A análise do solo na camada de 0-0,20m, antes da instalação do experimento revelou os seguintes valores: MO = 19 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 27 mg dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,7; K, Ca, Mg e H + Al = 2,8; 25; 16 e 43 mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, respectivamente e V = 51%. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 10 tratamentos constituídos pela combinação de dois mecanismos de distribuição do adubo na semeadura (disco duplo e haste escarificadora) e diferentes doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100kg ha<sup>-1</sup>), em cobertura, no sistema de plantio direto, com quatro repetições. A área utilizada já estava no sistema de plantio direto há quatro anos.

As parcelas foram constituídas por 10 linhas de 6,0m de comprimento espaçadas 0,40m entre si. A área útil foi constituída pelas linhas centrais, desprezando 0,50m em ambas as extremidades de cada linha. A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada utilizando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16.

A semeadura foi realizada em 03 de novembro de 2003 e 22 de novembro de 2004, utilizando o cultivar IAC 202. Foi utilizado um número de sementes necessário para a obtenção de 120 a 130 plantas m<sup>-2</sup>. As sementes foram tratadas com thiodicard + xido de zinco (450g + 375g do i.a. para cada 100 kg de sementes, respectivamente), visando o controle de cupins e lagarta elasmó.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas. A dessecação da cobertura do solo foi realizada com glifosate (1560g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Como na área do cultivo tem ocorrido com freqüência capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) aplicou-se logo após a semeadura o herbicida oxadiazon (1000g ha<sup>-1</sup> do i.a.). As plantas daninhas não atingidas pelo herbicida foram controladas manualmente com o auxílio de enxada.

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado através de um sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central. O adubo nitrogenado em cobertura, utilizando como fonte a uréia, foi aplicado aos 32 e 36 dias após a emergência das plantas em 2003/04 e 2004/05, respectivamente. Foram avaliadas as seguintes características: número de dias para emergência, florescimento e colheita, resistência do solo à penetração, altura de plantas, número de panículas por m<sup>2</sup> e produtividade de grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A emergência das plântulas ocorreu aos 5 dias após a semeadura. O florescimento pleno ocorreu aproximadamente aos 91 e 82 dias após a emergência e a colheita foi realizada, manualmente, aos 113 e 103 dias após a emergência das plantas, respectivamente para os anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. Durante o período de cultivo, nos dois anos agrícolas, não houve acamamento de plantas.

Verificou-se efeito dos mecanismos de distribuição do fertilizante e das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura na altura de plantas (Tabela 01). Pode-se observar que o uso do escarificador como mecanismo de abertura do sulco para distribuição do fertilizante propiciou maior altura de plantas nos dois anos de cultivo. É provável que esse mecanismo tenha propiciado melhor enraizamento das plantas em relação ao disco duplo utilizado para a abertura do sulco de distribuição do fertilizante, explorando maior volume de solo para retirada de água e de nutrientes. A resistência do solo à penetração foi avaliada, no momento do florescimento, nas linhas e entrelinhas de semeadura. Nas linhas houve

diferenças entre os mecanismos de abertura do sulco para deposição do fertilizante, ou seja, 3,8 e 2,9 MPa, respectivamente para o disco duplo e escarificador em 2003/04 e de 4,6 e 4,4 MPa em 2004/05. A diferença entre os dois anos se deve ao teor de água do solo no momento da realização do ensaio de resistência à penetração.

Quanto à aplicação de nitrogênio em cobertura, houve aumento na altura de plantas com o incremento nas doses de N e os dados ajustaram à equações lineares.

**Tabela 1.** Altura de plantas, número de panículas m<sup>-2</sup> e produtividade de grãos obtidos em arroz de terras altas em função de mecanismos de aplicação do fertilizante e adubação nitrogenada. Selvíria (MS).

Tratamentos	Altura de plantas (cm)		Nº de panículas m <sup>-2</sup>		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05
Mecanismos de abertura do sulco						
Disco duplo	94,4 b	94,1 b	232 a	244	3.099	3.900
Escarificador	97,6 a	109,3 a	213 b	271	3.020	4.168
Doses de N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )						
0	90,2 <sup>(1)</sup>	100,6 <sup>(2)</sup>	220	278	2.633 <sup>(3)</sup>	4.134
25	91,9	99,0	205	273	3.008	3.919
50	97,3	102,0	232	273	3.248	4.007
75	97,3	101,4	207	146	3.445	3.958
100	97,5	103,5	241	291	3.172	4.311
125	100,4	103,9	231	277	2.855	3.873
CV (%)	4,88	4,07	13,64	7,59	19,95	13,05

Médias seguidas da mesma letra, dentro do parâmetro mecanismos não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade  $^1y = 91,1068 + 0,0783x$   $^2y = 99,6488 + 0,0333x$   $^3y = 2603,7169 + 21,7432x - 0,1575x^2$

Quanto ao número de panículas por metro quadrado, houve apenas efeito dos mecanismos de distribuição do fertilizante em 2003/04 e os valores foram maiores com a utilização do disco duplo.

Em relação à produtividade de grãos verifica-se que não houve diferenças entre os mecanismos de abertura dos sulcos para deposição do fertilizante, com produtividade adequada nos dois anos de cultivo. Já o aumento nas doses de N em cobertura propiciou aumento na produtividade de grãos, no primeiro ano de cultivo, até a dose de 69 kg/ha e os dados se ajustaram a uma função quadrática. Essa dose aplicada em cobertura teria propiciado um acréscimo de 29% na produtividade da cultura em relação ao tratamento testemunha (sem cobertura). A redução na produtividade da cultura, nas doses mais elevadas, principalmente 125 kg ha<sup>-1</sup>, talvez estejam relacionadas, embora não avaliado, com maior predisposição ao ataque de doenças, principalmente brusone. Santos et al. (1986) estudando épocas, modos de aplicação e doses de nitrogênio sobre a incidência de brusone e produtividade de arroz de sequeiro, verificaram que o aumento nas doses do nitrogênio aplicado na semeadura aumentou linearmente a intensidade de brusone das folhas e do pescoço da panícula, o número de perfilhos e de panículas por metro quadrado e reduziu a massa de grãos cheios por panícula.

Costa (2005) em arroz de terras altas em plantio direto, estudando níveis de N aplicados em cobertura e mecanismos de abertura do sulco para deposição do fertilizante (haste sulcadora e disco duplo), verificaram que a haste sulcadora promoveu maior profundidade de deposição de sementes, menor estande, menor número de panículas por área e menor produtividade de grãos. O autor verificou ainda, que a aplicação de N em cobertura em arroz de terras altas em plantio direto proporcionou maior produtividade de grãos quando a cultura foi semeada utilizando mecanismo sulcador de disco duplo na semeadora-adubadora.

**CONCLUSÕES:** O uso do escarificador como mecanismo de abertura do sulco para deposição do fertilizante propiciou maior altura de plantas; os mecanismos de abertura do sulco para deposição do fertilizante não interferiram na produtividade; houve aumento na produtividade da cultura até a dose de 69 kg ha<sup>-1</sup> de N, acréscimo de 29% em relação à testemunha (sem cobertura), no primeiro ano de cultivo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASÃO JUNIOR, R., YAMAOKA, R.S. Desenvolvimento de semeadura adubadora direta a tração animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19, 1990, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: S.B.E.A., 1990. p.766-77.

COSTA, A. M. Mecanismos de distribuição do fertilizante e adubação nitrogenada em cobertura no arroz de terras altas em plantio direto. 2005. 89p. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SANTOS, A.B.; PRABHU, A.S.; AQUINO, A.R.L., CARVALHO, J.R.P. Épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre brusone e produção de arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.21, n.7, p.697 – 707, 1986.

SILVA, F. M. Influência do tipo de rodas compactadoras de semeadoras-compactadoras, no condicionamento físico do solo e no desenvolvimento das plantas. Campinas, 1990. 131p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

## DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO EM CONDIÇÕES DE CERRADO

SCARPIM<sup>1</sup>, A.L.G., BUZETTI<sup>2</sup>, S., ANDREOTTI<sup>3</sup>, M., ARF<sup>2</sup>, O., SÁZ, M.E.

**INTRODUÇÃO:** As exigências das culturas, assim como de cultivares, são diferenciadas tanto no que se refere às quantidades a serem aplicadas quanto à época de aplicação. A cultura do arroz, assim como a maioria das culturas, tem no N e K os nutrientes mais absorvidos. O primeiro, além da alta exigência, sua facilidade de lixiviação no solo também pode causar problemas tanto ambiental como falta para a cultura principalmente nas épocas de maior exigência. Para o arroz irrigado por aspersão é de se esperar que maiores quantidades do elemento propiciem maiores produtividades, tendo em vista que o N aumenta o número de perfilhos, o número e o tamanho de grãos, entretanto, mal manejado estimula o crescimento das plantas em detrimento à produção. Neste sentido, a aplicação de doses tidas como elevadas (até 200 kg/ha de N), em cultivares distintos de arroz, deve dar um indicativo da viabilidade ou não do uso destas doses. O objetivo do trabalho foi testar três cultivares de arroz de terras altas mediante a aplicação de doses de N sobre o teor foliar de N, altura de plantas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos em condições irrigadas no cerrado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE-UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS, num LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso em um esquema fatorial (3x5), ou seja, três cultivares de arroz (IAC 202,

<sup>1</sup> Acadêmico em Agronomia, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP.

<sup>2</sup> Prof. Titular, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. Fone: (18) 3743-1143. sbuzetti@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup> Prof. Assistente Doutor, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. dreotti@agr.feis.unesp.br

Primavera e Talento) e cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas na forma de uréia. Cada parcela foi constituída por 6 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,40 m e com densidade de semeadura de 70 sementes viáveis/m, e tendo como área útil as 2 linhas centrais, desprezando 0,5 m em cada extremidade. O preparo do solo foi realizado com 1 aração e 2 gradagens com posterior semeadura dos cultivares de arroz (10/11/04). As adubações de P, K e micronutrientes foram baseadas na análise do solo da área experimental e na tabela de recomendação de adubação para a cultura do arroz irrigado para o Estado de São Paulo. Foram aplicados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no sulco de semeadura conjuntamente com os outros nutrientes, e o restante do N, o qual constituiu os tratamentos, foi aplicado aos 40 dias após a emergência das plântulas. Foram avaliados: o teor de N foliar (30 folhas bandeira de arroz, ao acaso, no início do florescimento), altura de plantas, massa de 100 grãos (13% de umidade) e produtividade de grãos (13% de umidade). Para análises estatísticas foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar as médias dos cultivares de arroz, e para as doses de nitrogênio utilizou-se análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Pela Tabela 1 constata-se que os cultivares Primavera e IAC 202 se destacaram em relação ao Talento quanto ao teor de N foliar. As doses de N se ajustaram a uma equação quadrática alcançando o máximo teor de N com a aplicação de 130 kg ha<sup>-1</sup>. Com relação à altura de plantas, verifica-se que o cultivar Primavera apresentou maior valor que o obtido pelo IAC 202 e o Talento, entretanto, não houve acamamento de plantas por efeito dos tratamentos. Na mesma localidade, Arf et al. (1996) e Alvarez et al. (2002) não constataram influência da adubação nitrogenada na altura de plantas. Isto mostra que a resposta depende das condições locais, tais como clima, solo, manejo, cultivares, etc. Seguindo a mesma sequência de efeito nos cultivares, a massa de 100 grãos foi significativamente superior no cultivar Primavera em relação aos demais e não houve influência das doses de N. Houve significância nos cultivares, quanto à produtividade de grãos, onde o cultivar Primavera foi superior ao Talento. O cultivar IAC 202 não diferiu dos demais. As doses de N se ajustaram a uma equação quadrática, sendo que a dose de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou a maior produtividade.

Tabela 1. Médias e equações de regressão referentes ao teor de N foliar, altura de plantas (AP), massa de 100 grãos e produtividade de grãos em três cultivares de arroz submetidos a diferentes doses de nitrogênio. Selvíria – MS.

Tratamentos	N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	AP (cm)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Cultivares</b>				
IAC 202	29,02 a	72,35 b	2,30 b	3331ab
Primavera	31,87a	86,85 a	2,61 a	3459 a
Talento	25,56 b	75,50 b	2,20 b	2920 b
DMS	2,92	3,49	0,27	468
<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	26,25 <sup>1</sup>	76,92	2,24	27252
50	29,58	78,33	2,36	3446
100	31,15	79,25	2,30	3460
150	30,12	78,67	2,50	3261
200	29,02	78,00	2,45	3290
C.V (%)	12,25	5,81	14,84	19,00

$$^1 Y = 26,3710 + 0,0776X - 0,0003X^2 \quad R^2 = 0,97$$

$$^2 Y = 2819,0357 + 11,02440X - 0,04566X^2 \quad R^2 = 0,76$$

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**CONCLUSÕES:** O cultivar Primavera foi mais produtivo que o Talento e não diferindo do IAC 202. A dose de 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicada em cobertura, proporcionou a maior produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, A. C. C.; ARF, O.; PEREIRA, J. C. dos R.; BUZETTI, S. Comportamento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado por aspersão em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA, 7; 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.526 – 529

ARF, O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; STRADIOTTO, M. F.; PASTANA, A. R. M. P. Comportamento de cultivares de arroz para condição de sequeiro irrigados por aspersão em diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura. **Científica**, São Paulo, v.24, n.1, p.85-97, 1996.

## FONTES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

HERNANDES<sup>1</sup>, A., BUZETTI<sup>2</sup>, S., ANDREOTTI<sup>3</sup>, M., ARF<sup>2</sup>, O., SÁ<sup>2</sup>, M.E.

**INTRODUÇÃO:** O arroz faz parte da alimentação de mais de dois terços da população mundial. No Brasil são produzidas, anualmente, cerca de 12 milhões de toneladas de arroz (*Oryza sativa* L.). Com uma área cultivada de 3,57 milhões de ha em 2003/04, o país ficou em décimo lugar em produção mundial (FAO, 2004). O sistema de cultivo de arroz predominante no Brasil é o de sequeiro, com aproximadamente 39% da produção e 64% da área cultivada, seguido pelo sistema irrigado, com aproximadamente 60% da produção e 34% da área cultivada. A baixa produtividade média do arroz é devida, em grande parte, à má distribuição pluvial nas principais regiões produtoras e baixo consumo de adubos e corretivos, afetando principalmente a produtividade do arroz de sequeiro. O nitrogênio e o potássio são os dois nutrientes mais exigidos pela cultura. O nitrogênio aumenta o número de perfilhos e com isso o número de panículas, aumenta também o número e o tamanho dos grãos e o teor de proteína desses, mas nem sempre aumenta a produtividade de grãos. A utilização de doses, épocas de aplicação, cultivares adequados e fontes de N podem aumentar significativamente a eficiência do uso dos fertilizantes nitrogenados e conseqüentemente a produtividade de culturas anuais, como o arroz (FAGERIA et al., 2003). Em geral, o sulfato de amônio e a uréia são considerados os mais vantajosos para o arroz irrigado. Com relação à época de aplicação, a planta de arroz absorve N durante todo o seu ciclo, mas possui duas fases críticas: perfilhamento e início da diferenciação do primário floral. Segundo ROSOLEM (1987), o aproveitamento do adubo é maior quando a cobertura é feita no máximo até 36 dias após a emergência. Tratando-se dos diferentes cultivares de arroz, a seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de N é considerada uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção da cultura (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1982), e aumentar a produtividade de grãos através da maior resposta a esse nutriente (ANDRADE et al., 1992). Isto porque os genótipos apresentam exigências nutricionais e tolerância diferenciadas para os estresses de nutrientes (BROWN & JONES, 1997). Pelo exposto, se verifica a importância de se minimizar as perdas de N, assim como maximizar o uso do elemento pelas plantas. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fertilizantes nitrogenados (Entec – liberação controlada de N, sulfato de amônio e uréia), em 2 épocas de aplicação (na semeadura ou na fase de perfilhamento), em 3 cultivares de arroz de terras altas (IAC 202, Primavera e Talento).

<sup>1</sup> Acadêmica em Agronomia, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP.

<sup>2</sup> Prof. Titular, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. Fone: (18) 3743-1143. sbuzetti@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup> Prof. Assistente Doutor, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. dreotti@agr.feis.unesp.br

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria -MS, num LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um esquema fatorial (3x3x2), ou seja, 3 cultivares, 3 fontes de N e 2 parcelamentos. Os tratamentos foram constituídos pelos cultivares: IAC 202, Primavera e Talento, utilizando 3 fontes de N (Entec - 26% de N, apresentando grânulos revestidos por cera e liberação gradativa do N, Sulfato de amônio e Uréia), aplicados totalmente na semeadura (100 kg ha<sup>-1</sup>), ou em cobertura (100 kg ha<sup>-1</sup>) no perfilhamento. Cada parcela foi constituída por 5 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,34 m e tendo como área útil as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade. O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens com posterior semeadura dos cultivares de arroz. Utilizou-se a densidade de semeadura de 70 sementes viáveis por metro, com semeadura realizada em 12 de novembro de 2004. As adubações com P, K e micronutrientes foram baseadas na análise do solo do experimento e na tabela de recomendação de adubação para a cultura do arroz irrigado, para o Estado de São Paulo, conforme descrito em CANTARELLA & FURLANI (1997). Para análise estatística foi utilizado o programa SANEST (ZONTA et al., 1987), com comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os teores de N nas folhas foram superiores nos cultivares IAC 202 e Primavera, quando comparados ao Talento. As fontes tiveram o mesmo comportamento, e quando aplicadas em cobertura, a concentração de N nas folhas foram superiores aos tratamentos que receberam todo o N na semeadura. A massa de espiguetas granadas foi influenciada apenas pelos cultivares, com o cultivar Primavera apresentando maiores valores que o IAC 202 e este maior que o Talento.

Tabela 1. Quadrados médios, coeficientes de variação, médias e teste de Tukey referentes ao teor foliar de N, massa de espiguetas granadas (MEG), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) em três cultivares de arroz de terras altas submetidos a três fontes de N e duas épocas de aplicação. Selvíria - MS, 2004/05.

Tratamentos	Quadrados médios			
	N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	MEG (g)	M100G (g)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
Cultivar (C)	57,53 **	9,49 **	1,90 **	8986533 **
Fontes (F)	0,19	0,21	0,05	276166
Épocas (E)	28,44 **	0,84	0,31 *	3918600 *
C x F	2,44	0,16	0,07	1172876
C x E	0,19	0,24	0,10	521604
F x E	0,03	0,07	0,05	1725448
C x F x E	1,78	0,08	0,09	1391352
Resíduo	1,83	0,25	0,07	597418
C.V. (%)	4,55	18,44	10,95	23
<b>Cultivares</b>	<b>Médias</b>			
IAC 202	31,00 a	2,62 b	2,35 b	3554 a
Primavera	31,08 a	3,40 a	2,69 a	3905 a
Talento	27,25 b	2,15 c	2,13 c	2714 b
DMS	1,41	0,35	0,18	539
<b>Fontes</b>	<b>Médias</b>			
Entec	29,92 a	2,79 a	2,35 a	3515 a
Sulfato de Amônio	29,75 a	2,62 a	2,38 a	3334 a
Uréia	29,67 a	2,76 a	2,44 a	3325 a
DMS	1,41	0,35	0,18	539
<b>Épocas</b>	<b>Médias</b>			
Semeadura	28,89 b	2,61 a	2,45 a	3158 b
Cobertura	30,67 a	2,83 a	2,32 b	3624 a
DMS	0,95	0,24	0,12	366

ns - não significativo - p > 0,05, \* significativo 0,01 < p < 0,05, \*\*significativo p < 0,01. Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).



Para massa de 100 grãos ocorreu a mesma seqüência verificada para a massa de espiguetas granadas, em relação aos cultivares. A aplicação de N na semeadura proporcionou grãos mais densos quando comparado à aplicação em cobertura. A produtividade de grãos foi influenciada pelas épocas de aplicação, mas não pelos cultivares ou fontes nitrogenadas. Os cultivares IAC 202 e Primavera foram mais produtivos que o Talento. A aplicação de N em cobertura proporcionou maiores produtividades que quando da aplicação de N todo na semeadura. Recomendam-se os cultivares IAC 202 ou o Primavera e a aplicação de N em cobertura, no perfilhamento das plantas de arroz.

**CONCLUSÕES:** A produtividade de grãos foi influenciada pelos cultivares e épocas de aplicação de N, mas não pelas fontes nitrogenadas. A aplicação de N em cobertura proporcionou maiores teores foliares e produtividade que a aplicação do N todo na semeadura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W. E. B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; OLIVEIRA, H. de F. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense. **Lavoura Arrozeira**, v.45, p.14-17, 1992.
- BROWN, J. C.; JONES, W. E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**, v.69, p.399-404, 1997.
- CANTARELLA, H. ; FURLANI, P.R. **Arroz irrigado**. In: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, p. 50-51, 1997 (**Boletim Técnico**, 100).
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1709-1712, 1982.
- FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V.C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, v.80, p.63-152, 2003.
- FAO. Food and agriculture organization. **Statistical database**. Disponível em: <http://www.safrasecifras.com.br/agropecuaria/artigos.html#g>. Acesso em 03/12/2004.
- ROSOLEM, C. A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, POTAFOS, 1987. 93p.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores**: manual de utilização. 2.ed. Pelotas: UFPel, 1987. 177p.
- Bolsa:** CNPq/PIBIC (primeiro autor)

## NITROGÊNIO EM COBERTURA E INIBIDOR DE CRESCIMENTO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

BAZANINI<sup>1</sup>, G.C., MEIRA<sup>2</sup>, F. A., BUZZETTI<sup>3</sup>, S., ANDREOTTI<sup>4</sup>, M., FREITAS<sup>5</sup>, J.G., ARF<sup>3</sup>, O., SÁ<sup>3</sup>, M.E.

**INTRODUÇÃO:** A utilização de doses cada vez mais elevadas de nitrogênio visando aumentar a produtividade de grãos, muitas vezes, pode levar a um maior desenvolvimento vegetativo, podendo causar acamamento de plantas e conseqüentemente perdas de quantidade e qualidade de grãos. Uma forma de resolver o problema do acamamento é o uso de cultivares resistentes, o que já vem ocorrendo, e o uso de redutores de crescimento, que além de diminuir o tamanho da planta proporcionam um melhor aproveitamento de nutrientes devido a alterações fisiológicas que exercem sobre a planta. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito da adubação nitrogenada e da aplicação de cloreto de clormequat sobre o

<sup>1</sup>Acadêmicos em Agronomia, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP.

<sup>2</sup>Prof. Titular, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. Fone:(18) 3743-1143. sbuzetti@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup>Prof. Assistente Doutor, FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil, 31, C.P. 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. dreotti@agr.feis.unesp.br

crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FE-UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, num LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em um esquema fatorial (2x4x3) com 2 cultivares de arroz (IAC 201 e IAC 202), 4 doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia aplicada aos 40 dias após a emergência das plantas e 3 doses de redutor de crescimento cloreto de cloromequat (0, 1,0 e 2,0 L do p.c. ha<sup>-1</sup>) parceladas em duas aplicações aos 20 e 30 dias após a emergência das plantas de arroz. Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas de 0,40 m e com densidade de semeadura de 70 sementes viáveis/m. O preparo do solo foi realizado com 1 aração e 2 gradagens com posterior semeadura manual dos cultivares de arroz. A semeadura foi realizada na segunda quinzena de outubro dos anos agrícolas 2001/02 e 2002/03. As adubações de P, K e micronutrientes basearam-se na análise do solo do experimento e na tabela de recomendação de adubação para a cultura do arroz irrigado, para o Estado de São Paulo. Foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N no sulco de semeadura (exceto no tratamento zero de N), conjuntamente com os outros nutrientes e o restante decorridos 40 dias da emergência das plântulas. Avaliou-se o teor de N foliar (30 folhas bandeira de arroz por parcela, no início do florescimento), a altura de plantas por ocasião da colheita e a produtividade de grãos (13% de umidade). Para comparar as médias dos cultivares de arroz foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as doses do inibidor de crescimento e de N aplicou-se análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas safras 2001/02 e 2002/03, o cultivar IAC 202 apresentou teor de N foliar superior ao IAC 201 (Tabela 1). As doses de N se ajustaram a uma equação linear crescente e as doses de cloreto de cloromequat não se ajustaram às funções testadas. A altura de plantas na safra 2001/02, obtida nos diferentes tratamentos, foi superior a 1,0 m, sendo que o cultivar IAC 202 apresentou menor altura. Para as doses de N, os dados se ajustaram a uma equação linear crescente, já para as doses de inibidor de crescimento não houve ajuste. Na safra 2002/03, a altura de plantas foi inferior a 1,0 m, sendo que o cultivar IAC 202 também apresentou menor altura. Houve interação entre as doses de N e inibidor de crescimento para a safra de 2002/2003, com ajuste a uma equação linear (Tabela 2) em relação às doses de N dentro da dose 0 L ha<sup>-1</sup> do inibidor. Nas duas safras, o cv. IAC 202 apresentou maior produtividade que o IAC 201 (Tabela 1). As doses de N se ajustaram a uma equação linear crescente e não houve ajuste a nenhuma equação para as doses de cloreto de cloromequat. Na primeira safra, as doses de N se ajustaram a uma equação quadrática, sendo que a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou a maior produtividade (5500 kg ha<sup>-1</sup>).

Tabela 1. Valores médios do teor de N foliar, altura de plantas (AP) e produtividade de grãos em dois cultivares de arroz submetidos a diferentes doses de N e inibidor de crescimento. Selvíria - MS, 2001/02 e 2002/03.

Tratamentos	N (g kg <sup>-1</sup> )		AP (m)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03
<b>Cultivares</b>	<b>Média dos cultivares</b>					
IAC 201	26,50 b	26,12 b	1,09 a	0,87 a	6065 b	4791 b
IAC 202	29,50 a	28,98 a	1,04 b	0,82 b	6615 a	5155 a
<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média das doses de N</b>					
0	25,50 <sup>(1)</sup>	26,00 <sup>(2)</sup>	1,04 <sup>(3)</sup>	0,83	6037 <sup>(4)</sup>	4009 <sup>(5)</sup>
50	27,82	26,74	1,06	0,84	6196	5350
100	29,06	27,89	1,07	0,85	6432	5290
150	30,62	29,58	1,09	0,86	6695	5242
<b>cloromequat (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Média das doses do Inibidor de Crescimento</b>					
0,0	28,12	27,80	1,08	0,83	6349	4892
1,0	28,33	26,75	1,07	0,86	6362	5010
2,0	27,56	28,10	1,06	0,84	6309	5016
<b>C.V. (%)</b>	7,2	6,5	6,88	5,4	18,53	15,78

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). <sup>(1)</sup> y = 25,7600 + 0,0332x R<sup>2</sup> = 0,98, <sup>(2)</sup> y = 25,7728 + 0,0237x R<sup>2</sup> = 0,97, <sup>(3)</sup> y = 1,0479 + 0,0001x, <sup>(4)</sup> y = 6008,8910 + 4,4230x R<sup>2</sup> = 0,99, <sup>(5)</sup> y = 4079,9479 + 28,1094x - 0,1388x<sup>2</sup> R<sup>2</sup> = 0,92.

Tabela 2. Médias de altura de plantas para interação doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) e inibidor de crescimento (L ha<sup>-1</sup>) em arroz. Selvíria – MS, 2002/03.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	cloromequat (L ha <sup>-1</sup> )		
	0	1,0	2,0
0	0,79 <sup>(1)</sup>	0,86	0,86
50	0,85	0,85	0,81
100	0,83	0,88	0,84
150	0,85	0,86	0,86

$$^{(1)} y = 0,8066 + 0,0003x$$

**CONCLUSÕES:** O cultivar IAC 202 foi mais produtivo que o IAC 201. Houve resposta quanto à produtividade a doses elevadas de N. O inibidor de crescimento cloreto de cloromequat não se mostrou eficiente.

## EFEITOS DA APLICAÇÃO FOLIAR DE BORO E DE ZINCO NOS TEORES FOLIARES DA CULTURA DO ARROZ

PERUCHI<sup>1</sup>, M., BUZETTI<sup>2</sup>, S., ARF<sup>3</sup>, O., SA<sup>3</sup>, M. E.

**INTRODUÇÃO:** Há vários fatores que contribuíram para o interesse e uso da prática da adubação foliar. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais que muitas vezes são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas pela lavagem ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes via foliar muitas vezes é bem maior do que a conseguida com a aplicação tradicional. No que tange aos micronutrientes, as necessidades totais das culturas podem freqüentemente ser satisfeitas com uma única aplicação (Lopes e Souza, 1979).

O boro é o micronutriente que, juntamente com o zinco, freqüentemente se mostra mais deficiente nos solos brasileiros (Malavolta, 1980). Em casos de deficiência, a adição de boro pode ser feita via solo, através da semente ou em aplicações foliares. No sulco de semeadura, as recomendações são de 0,5 a 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de B, na forma de borax ou de boratos (Raj et al., 1997). Doses superiores a 1,75 kg ha<sup>-1</sup> de B reduzem a germinação e emergência, com reflexos na produtividade (Silveira et al., 1996). Na adição via semente foi encontrada a referência de 3 g ha<sup>-1</sup> de B, como ácido bórico (Mendes, 1984), e existem recomendações de empresas de fertilizantes, mas os resultados obtidos até o presente não são conclusivos (Rosolem, 1996).

Em função da grande quantidade de empresas produtoras de fertilizantes foliares e do consumo por parte dos produtores sem resultados concretos da pesquisa sobre o assunto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de fontes de boro e zinco aplicados via foliar no teor foliar da cultura do arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido no município de Selvíria (MS) em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia - UNESP Campus de Ilha Solteira, sob irrigação por aspersão utilizando pivô central, durante a safra 2004/05. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distr. fítico típico argiloso. A altitude é de 335 metros com precipitação média anual de 1370 mm, temperatura média anual de 23°C e umidade relativa do ar entre 70 e 80 % (média anual). Utilizou-se o cultivar IAC 202, semeado no dia 23/11/2004 no espaçamento de 0,34 m entrelinhas e 70-80 sementes m<sup>-1</sup>. O delineamento experimental

<sup>1</sup>Eng. Agr., Dept. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail maxperuchi@zipmail.com.br

<sup>2</sup>Eng. Agr., Drº, Dept. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail sbuzetti@agr.feis.unesp.br,

<sup>3</sup>Eng. Agr., Drº, Dept. Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e S. cio-Economia, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail arf@agr.feis.unesp.br e mesa@agr.feis.unesp.br.

utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de 10 tratamentos, onde se realizaram duas pulverizações dos seguintes produtos: sem aplicação de nutrientes via foliar (T1); 110 g ha<sup>-1</sup> de B na forma de ácido bórico (T2); 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn na forma de sulfato de zinco (T3); aplicação dos dois tratamentos anteriores (T4); produto comercial contendo 4% de B, equivalente a 110 g ha<sup>-1</sup> de B (T5); produto comercial quelatizado contendo 9% de Zn, correspondendo a aplicação de 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn (T6); aplicação dos 2 tratamentos anteriores (T7); produto com 2% de B correspondendo aos mesmos 110 g ha<sup>-1</sup> de B do T5, além deste nutriente, este produto ainda contém: N, Ca, Mo, S, Cl, EDTA e ácido cítrico (T8); produto comercial quelatizado que contém 5% de Zn, o que equivale a dose de 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn do T6, e além deste nutriente este produto contém: Mg, S, Fe, Mn, Cl, EDTA e ácido cítrico (T9); pulverização com os dois tratamentos anteriores (T10). As parcelas constituíam-se de 10 linhas de 8m de comprimento, e para as avaliações as linhas externas foram consideradas como bordadura. As pulverizações foliares com os tratamentos foram realizadas aos 39 dias ap s a emergência (DAE) e no momento em que a cultura apresentava-se em pleno perfilhamento, aos 49 DAE. Para a realização das pulverizações foi utilizado um pulverizador costal provido de um tanque de 20 litros e bicos do tipo leque 11003, aplicando um volume de calda equivalente a 200 litros por hectare. Os demais tratamentos culturais utilizados foram os normalmente recomendados para o cultivo da cultura na região. Para a determinação dos teores foliares foram coletadas 50 folhas bandeira de cada parcela, que em seguida foram levadas ao laboratório e secas em estufa a temperatura de 65°C por 72 horas para a determinação dos teores foliares conforme descrito em Malavolta et. al. (1997).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os tratamentos não proporcionaram efeito significativo nos teores foliares dos macronutrientes, talvez pelo fato de estarem em baixas concentrações nos produtos utilizados. Os teores foliares de ferro e manganês foram afetados significativamente, podendo este fato ter ocorrido em função de alguns produtos conterem estes elementos. Já o teor foliar de boro (Tabela 1) não foi influenciado pela pulverização dos elementos em questão, devido ao teor do elemento no solo estar em nível adequado para as condições de cerrado, de acordo com Malavolta et al. (1997), também relatado no trabalho de Marchezan et al. (2001). Ainda na Tabela 1, pode-se observar que o teor foliar de zinco apresentou variação. O tratamento com a mistura de ácido bórico e sulfato de zinco foi superior a todos os tratamentos, exceto a testemunha.

**Tabela 1.** Teor foliar de ferro, manganês, boro e zinco em folhas das plantas de arroz. Selvíria - MS (2004/05).

Tratamentos	Ferro	Manganês	Boro	Zinco
	..... mg kg <sup>-1</sup> .....			
1-Sem aplicação de nutrientes via foliar	134,00 a	331,50 ab	35,04 a	54,27 ab
2-Boro – 110g ha <sup>-1</sup> (ácido bórico)	339,00 ab	226,75 ab	30,42 a	27,50 bc
3-Zinco – 250g ha <sup>-1</sup> (sulfato de zinco)	170,75 c	198,00 b	29,24 a	44,02 bc
4-Tratamento 2 + Tratamento 3	146,00 c	225,00 ab	32,66 a	80,27 a
5-Boro – 110g ha <sup>-1</sup> (uréia + ácido bórico + ácido cítrico)	186,00 bc	247,25 ab	32,22 a	22,42 bc
6-Zinco – 250g ha <sup>-1</sup> (uréia + sulfato de zinco + ácido cítrico + EDTA)	158,50 c	268,75 ab	32,69 a	15,42 c
7-Tratamento 5 + Tratamento 6	153,50 c	271,50 ab	36,59 a	21,65 c
8-Nutragim B <sup>a</sup>	201,75 bc	364,00 a	32,23 a	16,87 c
9-Nutragim Zn <sup>b</sup>	362,50 a	246,00 ab	34,10 a	21,17 c
10-Tratamento 8 + Tratamento 9	158,25 c	203,00 b	30,82 a	28,27 bc
Média Geral	201,02	261,17	32,60	33,18
Teste F (Tratamentos)	6,40*	3,15*	1,16 <sup>NS</sup>	9,55*
DMS (5%)	78,85	72,25	9,95	16,31
CV (%)	32,01	22,57	12,54	30,10

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>a</sup>Nutragim B contém, além de B: N, Ca, Mo, S, Cl, ácido cítrico e EDTA.

<sup>b</sup>Nutragim Zn contém, além de Zn: Mg, S, Fe, Mn, Cl, ácido cítrico e EDTA.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>NS</sup> Não significativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Ceres, 1979. 255p.
- MALAVOLTA, E.. Elemento de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A ; Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S.; AVILA, L. A.; SILVA, R. P. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. *Ciência Rural*, v. 31, n. 6, Santa Maria: RS, 2001. 117 p.
- MENDES, J.E.S. **Efeitos de boro, molibdênio e zinco aplicados via sementes sobre o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo de cerrado**. Lavras: ESAL, 1984. 72p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, M. A. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. **Boletim técnico 100**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.
- ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.353-390.
- SILVEIRA, P.M. da ; DYNIA, J.F. ; ZIMMERMANN, F.J.P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.2, p.198-204, abr./jun. 1996.

## EFEITOS DA APLICAÇÃO FOLIAR DE BORO E DE ZINCO NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO ARROZ

PERUCHI<sup>1</sup>, M., BUZZETTI<sup>2</sup>, S., ARF<sup>3</sup>, O., SA<sup>3</sup>, M. E.

**INTRODUÇÃO:** Recomendações de adubação foliar e tratamento de sementes para diferentes culturas necessitam de embasamento experimental, que proporcionem altas probabilidades de sucesso ao utilizar tais técnicas. Para algumas culturas são oferecidos no mercado fertilizantes sugerindo que podem aumentar a produtividade. O cultivo continuado de certas áreas tornou freqüente o aparecimento de deficiências minerais, que muitas vezes são corrigidas eficientemente mediante pulverizações foliares, enquanto, as aplicações do elemento no solo nem sempre dão resultados satisfatórios. As dificuldades representadas pela lavagem ou pela fixação dos nutrientes no solo podem assim ser evitadas, de tal modo que a resposta obtida ao fornecimento de uma dada quantidade de nutrientes via foliar muitas vezes é bem maior do que a conseguida com a aplicação tradicional. Para os micronutrientes, as necessidades totais das culturas podem freqüentemente ser satisfeitas com uma única aplicação (Lopes e Souza, 1979).

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dept. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail maxperuchi@zipmail.com.br

<sup>2</sup> Eng. Agr., Drº, Dept. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail sbuzetti@agr.feis.unesp.br,

<sup>3</sup> Eng. Agr., Drº, Dept. Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e S cio-Economia, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira - SP. E-mail arf@agr.feis.unesp.br e mesa@agr.feis.unesp.br.

Quando diagnosticada a deficiência de boro, a adição deste pode ser feita via solo, através da semente ou em aplicações foliares. No sulco de semeadura, as recomendações são de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de B, na forma de borax ou de boratos (Rajj et al., 1997). Grandes quantidades de Zn podem ser fixadas pela fração orgânica e pelos colóides do solo, induzindo deficiências. Por este motivo, apresenta um efeito residual satisfatório, já que não apresenta grandes perdas por lixiviação. Entretanto, solos arenosos com baixa CTC e sujeitos a chuvas pesadas, podem apresentar problemas de deficiência (Souza e Ferreira, 1991). Para correção de deficiências de zinco, têm sido utilizados quelatos, sulfatos ou quelatos em aplicações foliares (Oliveira et al., 1996) ou no solo (Silveira et al., 1996; Oliveira et al., 1996). Tendo em vista a deficiência de pesquisas sobre o assunto e do consumo por parte dos produtores sem resultados concretos da pesquisa, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de fontes de boro e zinco aplicadas via foliar nos componentes de produção e na produtividade da cultura do arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido no município de Selvíria (MS) em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia - UNESP Campus de Ilha Solteira, sob irrigação por aspersão utilizando pivô central durante a safra 2004/05. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distr. típico argiloso. A altitude é de 335 metros com precipitação média anual de 1370 mm, temperatura média anual de 23°C e umidade relativa do ar entre 70 e 80 % (média anual). Utilizou-se o cultivar IAC 202, semeado no dia 23/11/2004 no espaçamento de 0,34 m entrelinhas e 70-80 sementes m<sup>-1</sup>. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de 10 tratamentos, onde se realizaram duas pulverizações dos seguintes produtos: sem aplicação de nutrientes via foliar (T1); 110 g ha<sup>-1</sup> de B na forma de ácido bórico (T2); 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn na forma de sulfato de zinco (T3); aplicação dos dois tratamentos anteriores (T4); produto comercial contendo 4% de B, equivalente a 110 g ha<sup>-1</sup> de B (T5); produto comercial quelatizado contendo 9% de Zn, correspondendo a uma aplicação de 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn (T6); aplicação dos 2 tratamentos anteriores (T7); produto com 2% de B correspondendo aos mesmos 110 g ha<sup>-1</sup> de B do T5, além deste nutriente, este produto ainda contém: N, Ca, Mo, S, Cl, EDTA e ácido cítrico (T8); produto comercial quelatizado que contém 5% de Zn, o que equivale à dose de 250 g ha<sup>-1</sup> de Zn do T6, e além deste nutriente este produto contém: Mg, S, Fe, Mn, Cl, EDTA e ácido cítrico (T9); pulverização com os dois tratamentos anteriores (T10). parcelas constituíram-se de 10 linhas de 8m de comprimento, e para as avaliações as linhas externas foram consideradas como bordadura. As pulverizações foliares, com os tratamentos, foram realizadas aos 39 dias após a emergência (DAE) e no momento em que a cultura apresentava-se em pleno perfilhamento, aos 49 DAE. Para a realização das pulverizações foi utilizado um pulverizador costal provido de um tanque de 20 litros e bicos do tipo leque 11003, aplicando um volume de calda equivalente a 200 litros por hectare. Os demais tratamentos culturais utilizados foram os normalmente recomendados para o cultivo da cultura na região. As avaliações realizadas durante a condução do experimento foram: número de panículas m<sup>-1</sup>, número de grãos panícula<sup>-1</sup>, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Apesar das produtividades alcançadas no trabalho, a aplicação dos nutrientes boro e zinco, via foliar, não interferiu nos componentes de produção e na produtividade da cultura (Tabela 1), como descrito também em Marchezan et al. (2001). Tal fato pode ser devido às plantas estarem bem providas nos elementos, demonstrado pelo tratamento testemunha, no que se refere ao estado nutricional. Ressalta-se, ainda, que o solo possuía teores médios de B e de Zn.

**CONCLUSÕES:** Os tratamentos não promoveram efeitos significativos nos componentes de produção e na produtividade da cultura. Não se recomendaria a aplicação foliar desses fertilizantes nesta cultura.

**Tabela 1.** Valores médios de número de panículas por metro (PM), número de grãos por panícula (GP), massa de 1000 grãos (MC) e produtividade da cultura do arroz. Selvíria -MS (2004/05).

Tratamentos	PM	GP	MC	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1-Sem aplicação de nutrientes via foliar	88,50 a	118,41 a	18,43 a	4812 a
2-Boro - 110g ha <sup>-1</sup> (ácido bórico)	101,75 a	100,16 a	16,87 a	4675 a
3-Zinco - 250g ha <sup>-1</sup> (sulfato de zinco)	103,50 a	118,01 a	18,92 a	5287 a
4-Tratamento 2 + Tratamento 3	108,00 a	114,65 a	18,98 a	4552 a
5-Boro 110g ha <sup>-1</sup> (uréia + ácido bórico + ácido cítrico)	84,25 a	108,96 a	19,19 a	5447 a
6-Zinco - 250g ha <sup>-1</sup> (uréia + sulfato de zinco + ácido cítrico + EDTA)	111,25 a	123,23 a	18,72 a	4792 a
7-Tratamento 5 + Tratamento 6	90,50 a	120,63 a	19,57 a	4597 a
8-Nutragim B <sup>a</sup>	95,00 a	102,98 a	17,96 a	5035 a
9-Nutragim Zn <sup>b</sup>	86,75 a	142,19 a	21,13 a	4820 a
10-Tratamento 8 + Tratamento 9	103,50 a	118,97 a	17,56 a	5635 a
Média Geral	97,30	116,82	18,73	4965
Teste F (Tratamentos)	0,83 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>	3,35 <sup>NS</sup>
DMS (5%)	50,90	84,95	5,56	1083
CV (%)	21,48	29,86	12,20	23,10

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>a</sup>Nutragim B contém, além de B: N, Ca, Mo, S, Cl, ácido cítrico e EDTA.

<sup>b</sup>Nutragim Zn contém, além de Zn: Mg, S, Fe, Mn, Cl, ácido cítrico e EDTA.

<sup>NS</sup> Não significativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. Filosofias e eficiência da aplicação. In: MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo: Ceres, 1979. 255p.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S.; AVILA, L. A.; SILVA, R. P. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. *Ciência Rural*, v. 31, n. 6, Santa Maria: RS, 2001. 117 p.

OLIVEIRA, I.P. ; ARAÚJO, R.S. ; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C.A. ; STONE, L.F. ; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p.169-221.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, M. A. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. **Boletim técnico 100**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. SILVEIRA, P.M. da ; DYNIA, J.F. ; ZIMMERMANN, F.J.P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.2, p.198-204, abr./jun. 1996.

SOUZA, E.C.A.; FERREIRA, M.E. Zinco. In: FERREIRA M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potaf s, 1991, p. 219-242.

## PROPOSTA DE AÇÕES DE PESQUISA E EXTENSÃO BASEADO NA DISPERSÃO DA PRODUÇÃO DE ARROZ NO CERRADO BRASILEIRO

CARLOS MAGRI FERREIRA<sup>1</sup>, PATRICIO MENDEZ DEL VILLAR<sup>2</sup>, RAFAEL RIBEIRO MAGRI<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** O estudo sinaliza algumas propostas de ações de pesquisa e extensão rural para a rizicultura no cerrado brasileiro. O elemento norteador foi um zoneamento

<sup>1</sup> Socioeconomia. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Email: magri@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Socioeconomia. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis- TA 73/09, F-34398, Montpellier, Cedex 5. patricio.mendez@cirad.fr

<sup>3</sup> Aluno de Graduação em economia, em iniciação científica no Programa de Educação Tutorial -PET. Universidade de Brasília, rafaelmagri@hotmail.com.

em 1.080 municípios que possuem território nesse bioma. Os dados da localização e movimentação da produção foram calculados a partir das médias de produção nos triênios de 1990 a 1992 e de 2001 a 2003. Nessa caracterização ficou evidenciada a tendência de concentração de produção deste cereal em algumas regiões. No entanto, as demais áreas produtoras continuam tendo um papel importante em termos quantitativos. As sugestões feitas levam em conta essa situação e a diversidade existente entre as regiões. A proposta é que as regiões com menor densidade de produção recebam atenção especial nos programas de pesquisa, pois exercem uma função essencial no abastecimento das populações locais, ou seja, têm significação econômica e social.

**MATERIAL E MÉTODO:** Foram obtidos dados no IBGE (2005), do período de 1990 a 2003, de produção e área plantada com arroz nos municípios que estão na região do cerrado brasileiro. Neste estudo foi considerada somente a área de cerrado contínua, ou seja, não foram apreciadas as faixas de cerrados existentes nos estados de São Paulo, Paraná, Piauí e outros. Posteriormente foi calculada a produtividade e feitas análises estatísticas determinando os índices de Gini e colocando os municípios por ordem de participação percentual de sua produção de arroz em relação a produção total deste cereal em toda a região do cerrado. Em seguida foram criadas faixas de participação, tendo em conta a média de produção dos triênios 1990 a 1992 e de 2001 a 2003. Foram criadas cinco faixas para distinguir a concentração de produção de arroz nos cerrados. A faixa 1 caracteriza os municípios que concentram até 35% da produção total, a faixa 2 de 36% a 50%, a faixa 3 de 51% a 75%, a faixa 4 de 76% a 85%, e a faixa 5 sem produção expressiva, que completam os 100%. A caracterização foi colocada em forma de mapas utilizando o programa MapInfo Professional® 8.0.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se na Figura 2 que no início dos anos 1990 a faixa 1 continha 104 municípios. No início dos anos 2000, nota-se que este índice foi alcançado por apenas 26 municípios (Tabela 1). Portanto, ocorreu uma concentração da produção neste período, o Índice de Gini passou de 0,7771 para 0,8442 (Figura 1). Na faixa 1, observa-se ainda que no início dos anos 1990 a produção de arroz encontrava-se localizada em três regiões: a) ao longo do *Arco de desmatamento*, principalmente nas microrregiões de Alto Teles Pires e Sinop no Estado de Mato Grosso; b) no Estado do Tocantins, na microrregião do Rio Formoso; c) e em Mato Grosso do Sul, na microrregião de Dourados. No início dos anos 2000, as duas últimas regiões se mantêm importantes, no entanto, um terço da produção concentrou-se na região conhecida como “nortão” de Mato Grosso (Figuras 2 e 3). Na figura 1 observa-se também que a concentração varia de ano para ano. Duas informações depreendem-se desse dado, a primeira ratifica a instabilidade da produção do arroz de terras altas. A segunda é uma questão de logística, se que as áreas que deixam de ser utilizadas com arroz de terras altas recebem outra cultura. Então, para fazer prospecção para a lavoura do arroz é fundamental considerar os outros cultivos realizados na região.

**Tabela 1.** Concentração da produção de arroz nos municípios abrangidos pela área contínua do cerrado brasileiro.

Faixas	Percentual		Triênio 1991 a 1993		Triênio 2001 a 2003	
	Da	acumulado	Nº de	% em relação ao	Nº de	% em relação ao
	faixa		municípios	número total de municípios	municípios	número total de municípios
1	35	Até 35	104	9,4	26	2,3
2	15	36 a 50	93	8,4	86	7,7
3	25	51 a 75	317	28,5	96	8,6
4	10	76 - 85	157	14,1	154	13,9
5	15	86 - 100	440	39,6	749	67,4

Fonte: IBGE (2005), adaptados pelos autores.



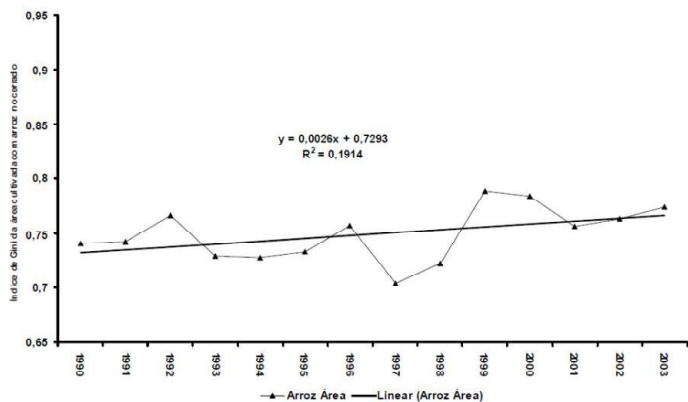


Fig. 1. Índice de Gini da cultura de arroz no cerrado  
 Fonte: IBGE (2005), adaptados pelos autores.

Fig. 2. Distribuição da produção de arroz no cerrado brasileiro, médias de 1991 a 1993.  
 Fonte: IBGE (2005), adaptados pelos autores.

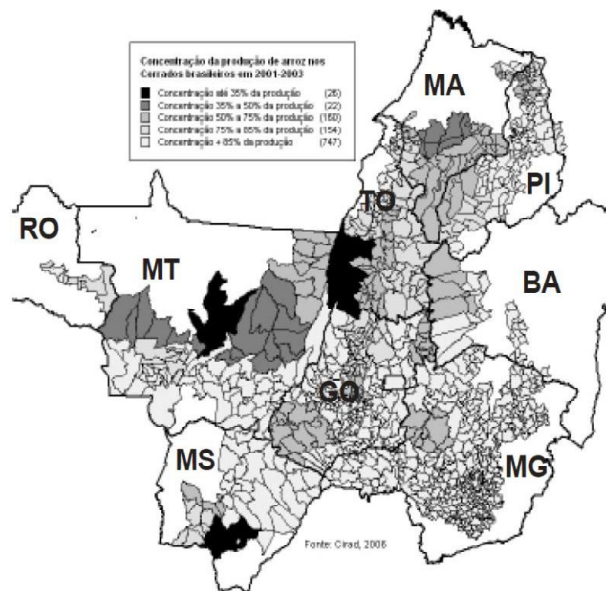
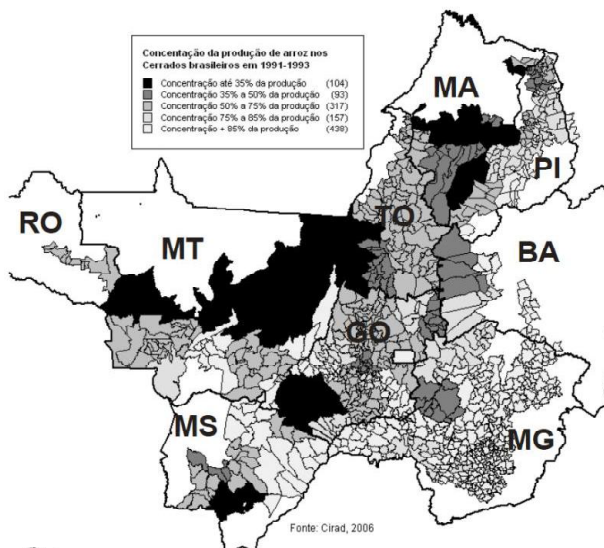


Fig. 3. Distribuição da produção de arroz no cerrado brasileiro, médias de 2001 a 2003.  
 Fonte: IBGE (2005), adaptados pelos autores.

Na faixa 2 as alterações não foram grandes em termos numéricos, porém, houve trocas de municípios para formar sua composição. Na faixa 3 houve uma redução drástica no número de municípios, destacando a perda importância de diversos municípios nos Estados de Goiás e Tocantins. Na faixa 4 sucedeu uma mudança quase que total da situação dos municípios. E na faixa 5 foi a que mais agregou novos municípios.

O que se observa nos resultados é que as regiões de Sinop em Mato Grosso, produtora de arroz de terras altas e duas regiões produtoras de arroz irrigado, Formoso no Tocantins e Miranda em Mato Grosso do Sul se mantiveram ao longo do período estudado como importantes centros produtores. Essas regiões atendem alguns critérios econômicos e de logística que facilitam a comercialização, mas essas vantagens não foram suficientes para consolidá-las como as capazes de atender as demandas de qualidade e quantidade. Diante dos dados apresentados e imposição estrutural de se considerar critérios de sustentabilidade, sugerem-se as seguintes estratégias de linhas de pesquisa e de extensão para apoiar a rizicultura nos cerrados.

O primeiro desafio a ser enfrentado nas regiões com concentração de produção é identificar os pontos de estrangulamento e maneiras de atacá-los. Como nessas regiões predominam grandes produtores, tornam-se factíveis parcerias com empresas privadas, esse tipo de ação é desejável tanto para viabilizar a obtenção de recursos financeiros, como pelo fato de proporcionar maior envolvimento dos atores da cadeia produtiva. Como consequência espera-se atingir dois pontos. Primeiramente, provoque uma agilização dos processos de difusão, pois aumenta a compreensão pelos atores dos pontos de estrangulamentos e potencialidades, além de aumentar o comprometimento com diretrizes propostas. O segundo ponto é que os recursos públicos destinados às instituições de pesquisa e extensão rural sejam aplicados em zonas menos favorecidas.

Para as regiões com produção pulverizada, é indispensável a participação de empresas estaduais de pesquisa e extensão rural, cuja função seria de promover ajustes fitotécnicos e de co-participação no desenvolvimento de variedades com características que atendam às particularidades regionais. Em ambos os casos, caberia à Embrapa Arroz e Feijão a condução de pesquisas básicas e desenvolvimento de trabalhos de base dos programas de melhoramento. Outra sugestão é que tenha uma instituição que exerça uma coordenadora do processo. A gestão dessa instituição jamais pode ser centralizadora, pelo contrário deve ser democrática nos levantamentos de prioridades, deve estimular o maior número de parcerias, exercer uma gestão rígida e ordenada para evitar duplicidade de ações.

**CONCLUSÕES:** Para manter o arroz como um dos principais produtos no cerrado, deve-se identificar e apresentar soluções para os problemas nas regiões com maior potencial de se tornarem grandes polos de produção e viabilizar a cultura nas demais regiões. Em ambos os casos a cultura deve se inserir de maneira integrada com outras atividades agrícolas. A participação de empresas estaduais de pesquisa e extensão, bem como de empresas privadas tornarão o processo mais efetivo. Neste processo a Embrapa Arroz e feijão continuaria com a sua missão de realizar pesquisas básicas, desenvolvimento de trabalhos de base de programas de melhoramento e coordenar medidas para o surgimento de uma instituição gerenciadora de um projeto para a rizicultura no cerrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes. 1990-2003). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em dezembro. 2005.

## ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COM EMPREGO DE RESÍDUO INDUSTRIAL

CALDAS, R. R. <sup>1</sup>; BINOTTI, F. F. S. <sup>1</sup>; TARSITANO, M. A. A. <sup>2</sup>; ARF, O. <sup>2</sup>; FERNANDES, F. M. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agr., Aluno de Pós-graduação em Sistema de Produção, nível de mestrado da Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira – SP. E-mail: rcaldas\_rudgen@yahoo.com.br e flaviobinotti@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng.º, Agr.º, Dr.º, Prof.º, Dept. Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e S.ocio Economia, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira – SP. E-mail: maat@agr.feis.unesp.br e arf@agr.feis.unesp.br.

<sup>3</sup> Eng. Agr. Dr. Prof., Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Fac. de Eng. de Ilha Solteira, UNESP, CEP. 15385-000. Ilha Solteira – SP. maximino@agr.feis.unesp.br

**INTRODUÇÃO:** A produção mundial de arroz está em torno de 610 milhões de toneladas, sendo que 182 milhões de toneladas são procedentes da China, maior produtor, seguido pela Índia 135 milhões e pela Indonésia, terceiro maior produtor, com 54 milhões de toneladas, safra 2005/06. O Brasil ocupa a nona posição da produção mundial, com quase 12 milhões de toneladas. Os custos de produção, a produtividade agrícola, os preços de venda e os incentivos públicos combinam-se e determinam o desempenho da agricultura de cada país. No atual cenário de evolução das negociações internacionais, torna-se necessário esclarecer quais os fatores que conferem eficiência aos sistemas produtivos, uma vez que a abertura cada vez maior das economias coloca em evidência essa questão (Perozzi, 2005). Em solos orgânicos a adubação com silicatados tem-se mostrado bastante efetiva no controle de doenças foliares em arroz, principalmente a brusone na ordem de 17% a 31% de redução e a mancha parda com redução estimada entre 15% a 32% quando comparadas com a testemunha (Datnoff, 1990, citado por Manah, 2005). Assim, o emprego de um resíduo industrial (como fonte de silício) na agricultura, em especial na cultura do arroz de terras altas, pode ser de suma importância, tanto no ponto de vista ecológico, pela utilização de resíduos industriais, como talvez também pela maior segurança e capacidade da cultura alcançar o seu potencial de produtividade, pelo melhor controle de doenças e pragas que atacam a cultura que muitas vezes limitam a obtenção de altas produtividades, além da possível queda ou não utilização de fungicidas e inseticidas na cultura, tendo como consequência maior rentabilidade no cultivo do arroz de terras altas, visto que a maior parte do custo com insumos nessa modalidade de cultivo tem sido com defensivos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estimar e analisar economicamente a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão com emprego de resíduo industrial (escória silicatada de siderurgia).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a elaboração da planilha de coeficientes técnicos da produção do arroz, foram levantadas informações na Fazenda de Ensino e Pesquisa pertencente à Faculdade de Engenharia, Unesp - Campus de Ilha Solteira. Utilizou-se a metodologia de custo de produção adotada pelo IEA (Matsunaga et al., 1976), obtendo-se o Custo Operacional Efetivo (COE) e o Custo Operacional Total (COT). Nas despesas com mão-de-obra comum não incidem encargos sociais, sendo que o custo foi obtido com base no valor da diária paga na região no mês de agosto de 2005 (R\$ 20,00/dia). Com relação às máquinas utilizadas, no cálculo do custo horário computaram-se despesas com depreciação, seguro, garagem, juros, reparos e manutenção, combustíveis, lubrificantes e operador. No caso dos implementos incidiram despesas com depreciação, garagem, reparos e manutenção. Outras despesas com administração, assistência técnica e outras taxas pagas pela atividade foram estimadas como sendo 5% do custo operacional efetivo. Os custos foram determinados através dos preços pagos na região em agosto de 2005 e foram convertidos em dólar norte americano, para análises em moeda constante, com o valor comercial da saca do arroz (50kg) 19 reais para venda e o Dólar (US\$), sendo 1 dólar = R\$ 2,3905. Os indicadores de lucratividade foram determinados de acordo com Martin et al. (1997).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O custo operacional efetivo foi R\$ 1.281,58/ha (US\$ 536,11 - Tabela 1), sendo a maior parte gasto com materiais (69,33 %), em segundo lugar as operações mecanizadas (25,80 %) e por último às operações manuais (4,88 %). Dentro das despesas com materiais verifica-se, que o tratamento fitossanitário, foi o que representou a maior parcela (44,80 %), em seguida o custo com fertilizantes (32,76 %), posteriormente com sacaria (16,56 %) e por último o custo com sementes (5,88 %). A grande parcela do custo com o tratamento fitossanitário é com o controle de plantas daninhas, pois o controle dos mesmos na cultura do arroz de terras altas é de difícil manejo, pela pequena gama de herbicidas recomendado para a cultura. Mesmo não havendo pulverizações foliares preventivas com inseticidas e fungicidas no cultivo do arroz, o mesmo apresentou uma boa produtividade (3.818 kg/ha), mostrando assim que muitas vezes não há a necessidade de aplicação foliares preventivas, pois uma maior disponibilidade de silício via adubação proporciona a planta um desenvolvimento de uma camada espessa abaixo da cutícula, que dificulta a penetração de patógenos e ataque de pragas, dando assim uma maior segurança ao produtor para não aplicação foliares preventivas de inseticida e fungicida, sendo o seu emprego realizado quando a

cultura estiver com índices acima do tolerado pela cultura do arroz. Com relação ao custo operacional total verifica-se que foi de R\$ 1.369,50 (US\$ 572,88) por hectare, sendo que desse total cerca de 65 % representam despesas com material. Do total das despesas com material (R\$ 888,47 ou US\$ 371,67) 44 % são despesas com herbicidas e 23 % com o adubo de sementeira. A seguir, as despesas com operação mecanizadas representam 24,14 % do custo total, ou seja, R\$ 330,61 (US\$ 138,30). Deste total, 41 % referem-se a despesas com irrigação que é uma operação fundamental durante a fase reprodutiva e de maturação da cultura e 19% com o frete para transportar a escória silicatada de siderurgia (R\$ 63,58 ou US\$ 26,60). A despesa com operação manual representa 4,56% do COT.

**Tabela 1.** Estimativa do custo operacional efetivo e total, e indicadores de lucratividade para produção de 1 ha de arroz de terras altas. Selvíria (MS), 2003/04.

Descrição	Coeficiente		Preço		
	Técnico	Quantidade	Unitário (R\$)	Total (R\$)	Total (US\$)
<b>A. Operações Mecanizadas</b>					
a1. Dessecação (MF-275 + Pulv. 600L de 12 barras)	HM	0,22	23,62	5,29	2,21
a2. Uniformização da palha (MF-275 + triton)	HM	0,91	22,99	20,92	8,75
a3. Transporte de Escória (Frete)	R\$/km	89,55	0,71	63,58	26,60
a4. Sementeira e adubação de plantio	HM	1,18	24,59	28,93	12,10
a5. Adubação de cobertura (MF-275 + Cultivador/adubadora)	HM	0,83	23,18	19,32	8,08
a6. Aplicação de defensivos (3X) (MF-275 + Pulv. 600L de 12 barras)	HM	0,71	23,62	16,87	7,06
a7. Pivô central 100cv (Irrigação)	H	9,33	14,61	136,31	57,02
a8. Colhedora automatizada de cereais (105cv)	HM	0,69	57,08	39,39	16,48
<b>Subtotal A</b>				<b>330,61</b>	<b>138,30</b>
<b>B. Operações Manuais</b>					
b1. Distribuição da Escória (lanço)	HD	2,00	20,00	40,00	16,73
b2. Tratamento de sementes	HD	0,13	20,00	2,50	1,05
b3. Ensacamento	HD	1,00	20,00	20,00	8,37
<b>Subtotal B</b>				<b>62,50</b>	<b>26,15</b>
<b>C. Material</b>					
c1. Sementes	Kg	28,80	1,77	50,98	21,32
c2. Vitavax + Thiram 200 SC (carboxin + Thiran)	ml	129,60	0,06	7,38	3,09
c3. Fórmula 08 - 28 - 16	kg	200,00	1,04	207,00	86,59
c4. Uréia	kg	60,00	1,41	84,48	35,34
c5. Roundup WG (glyphosate)	kg	03,00	13,80	41,40	17,32
c6. Ronstar 250 BR (oxadiazon)	l	04,00	61,84	247,36	103,47
c7. Ally (metsulfuron Metil)	g	07,00	2,97	20,81	8,71
c8. Basagran 480 (bentazon)	l	01,50	54,46	81,69	34,17
c9. Sacos + barbante	sc	76,36	1,93	147,37	61,65
<b>Subtotal C</b>				<b>888,47</b>	<b>371,67</b>
<b>Custo Operacional Efetivo (C.O.E)</b>				<b>1.281,58</b>	<b>536,11</b>
<b>Outras Despesas (5%)</b>				<b>64,08</b>	<b>26,81</b>
<b>Depreciação</b>				<b>23,84</b>	<b>9,97</b>
<b>Custo Operacional Total (C.O.T.)</b>				<b>1.369,50</b>	<b>572,89</b>
<b>Custo Operacional Total Por Saco de 60 kg</b>				<b>17,93</b>	<b>7,50</b>
<b>Indicadores de Lucratividade</b>					
Produção				76,36 sacos de 50 kg/ha	
Preço médio				R\$ 19,00/sc (US\$ 7,95)	
Receita Bruta				R\$ 1.450,84/ha (US\$ 606,92)	
Margem Bruta				5,94%	
Lucro Operacional				R\$ 81,34/ha (US\$ 34,03)	
Índice de Lucratividade				5,61%	
Preço de Equilíbrio				R\$ 17,93/sc (US\$ 7,50)	
Produção de Equilíbrio				72,08 sacos de 50 kg/ha	

\*Valor do dólar = R\$ 2,3905; \*\*Horas máquina; \*\*\*Homem dia

Observa-se que o preço de equilíbrio da saca de 50 kg de arroz foi de R\$ 17,93 (US\$ 7,5) e que a produção de equilíbrio foi de 72,08 sacas por hectare. Utilizou-se a cotação da saca de 50 kg de agosto de 2005, sendo esta de R\$ 19,00 (US\$ 7,95). O preço da saca de 50 kg/

ha nesse ano foi a mais baixa dos últimos anos. Em decorrência a superoferta do arroz no país, além da grande entrada de parte da produção uruguaia e argentina, a preços mais competitivos, resultando num achatamento das cotações internas, uma vez que as exportações brasileiras ainda são incipientes. Assim, após o pagamento dos custos sobra para o produtor 5,94% do valor do Custo Operacional Total, que corresponde à Margem Bruta obtida. O lucro operacional obtido pelo produtor é de R\$ 81,34 por hectare (US\$/ha 34,03) e o índice de lucratividade foi equivalente a 5,61 % da receita bruta após a cobertura do Custo Operacional Total da produção. Este baixo índice de lucratividade foi em decorrência ao baixo preço de venda do arroz nesse ano, entretanto ainda proporcionou um índice de lucratividade positivo, o custo de produção foi baixo R\$1.369,50 (US\$ 572,88) em comparação cultivo do arroz irrigado. A aplicação de resíduo industrial no cultivo do arroz de terras altas teve um custo de R\$ 103,58 (US\$ 43,33), ou seja, 7% do COT, sendo que este custo pode sofrer redução com a menor distância do local de cultivo com a indústria fornecedora da escória silicatada de siderurgia. Segundo Silva e Santos (2004), o custo com controle e prevenção de pragas e doenças do cultivo do arroz irrigado no estado do Tocantins foi de R\$ 210,66 por hectare, representando 11,1% do custo de produção do arroz.

**CONCLUSÕES:** A estimativa de custos e lucratividade da produção de arroz de terras altas indicou sua rentabilidade, mesmo em épocas de baixo preço de venda. Tendo um índice de lucratividade de 5,61% (R\$ 81,34/ha). A utilização de resíduo industrial como fonte de silício pode ser viável para proporcionar queda do custo com defensivos (inseticidas e fungicidas).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANAH. **Divulgação técnica - o silício ganha importância na adubação.** Disponível em: <[http://www.manah.com.br/main\\_informativos\\_vegetal\\_silicio.asp](http://www.manah.com.br/main_informativos_vegetal_silicio.asp)>. Acesso em: 25 jan. 2005.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. **Sistema "CUSTAGRI"**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1997, p.4-7.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23, t.1, p.123-139, jan.1976.

NEHMI, I.M.D.; FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L.M.(Coords.) **AGRIANUAL 2005:** Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo:Argos, 2005.p.214-219. (AGRIANUAL, 2005).

PEROZZI, M. **Arroz Brasileiro - Arroz em foco - Pesquisa revela fatores de eficiência e competitividade do arroz brasileiro, 2005.** Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/050214.php>>. Acesso em: 25 jan. 2005.

SILVA, O.F.; SANTOS, A.B. **Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins - Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade.** Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, No. 3 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica Nov/2004, Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 25 jan. 2005.

## CUSTOS E RENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO

FONSECA <sup>1</sup>, A. E., TARSITANO <sup>2</sup>, M. A. A., ARF<sup>3</sup>O., OI<sup>3</sup>, W. M

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56 Centro CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. Fone (18) 37431000 aefonseca@aluno.feis.unesp.br.

<sup>2</sup> Professores Doutores, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e S cio Economia, UNESP Ilha Solteira, SP.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, UNESP Ilha Solteira, SP.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo do arroz é de vital importância para o nosso país, pois o povo brasileiro tem como parte de sua cultura, consumi-lo diariamente em suas refeições. A China é o maior produtor mundial de arroz, representando cerca de 30% (182 milhões de toneladas) da produção total que é de 610.293 toneladas. O Brasil ocupa a 9ª posição com apenas 2% do total mundial, segundo previsões da safra 2005/06 (Nehmi et al., 2005). Dados da CONAB (2005) mostram a produção nacional, na safra 2004/2005 foi de 11.504.400 toneladas, representando um decréscimo de 13% em relação à safra anterior. O destaque fica para o estado do Rio Grande do Sul com previsão de produção em 2005/06 de 6.190.000 toneladas, sendo o maior produtor do país alcançando a marca recorde de 1,02 milhões de hectares cultivados com arroz. O estado de São Paulo terá apenas uma produção de 82,8 mil toneladas na safra 2005/06. O trabalho proposto teve como objetivo analisar os custos e rentabilidade da produção de arroz de terras altas em função do manejo do solo na Fazenda de Ensino e Pesquisa, no município de Selvíria – MS.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram estudados três diferentes sistemas de manejo de solo: grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e, semeadura direta. O experimento foi conduzido durante o ano agrícola de 2004/05, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira. A semeadura do arroz foi realizada no dia 23 novembro de 2004 e o acompanhamento do referido experimento possibilitou o levantamento de informações relativas ao sistema de produção da cultura do arroz com o intuito de verificar os melhores tratamentos baseados na produção, nos custos e na lucratividade da cultura do arroz. Para o cálculo de custo de produção foi utilizada a estrutura do custo operacional total de produção preconizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposta por Matsunaga et al. (1976). Os custos foram obtidos com base nos seguintes itens: para as operações mecanizadas foram consideradas as despesas com combustível, reparos e manutenção, lubrificantes, abrigo e seguro; para as operações manuais foi realizado um levantamento das necessidades de mão-de-obra nas diversas fases do ciclo produtivo do arroz, relacionando-se para cada operação realizada, e o número de homens/dia (HD) para executá-la, e em seguida foi multiplicado o coeficiente técnico de mão-de-obra pelo valor médio da região; os gastos com materiais foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços de mercado; para outras despesas foi considerada a taxa de 5% do total das despesas com operações mecanizadas, manuais e insumos; as despesas com juros de custeio foram obtidas aplicando uma taxa de juros de 8,75% a.a. sobre 50% do custo operacional efetivo; as depreciações dos bens de capital fixos foram calculadas pelo método linear. Para determinar a lucratividade da cultura do arroz, foram calculadas: a receita bruta, o lucro operacional, o índice de lucratividade e o preço de equilíbrio. Os preços médios foram coletados na região e apresentados em reais (R\$).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os custos operacionais totais calculados para os tratamentos escarificador + grade niveladora, grade pesada + grade niveladora e semeadura direta foram respectivamente de R\$ 1.304,22, R\$ 1.318,18 e R\$ 1.355,13. Deste total as despesas com insumos representaram 49,86%, 49,33% e 52,45% respectivamente, destacando-se as despesas com fertilizante com quase 31% do total das despesas com insumos. As depreciações foram responsáveis por quase 19% do custo total, sendo de R\$ 224,00 a depreciação do equipamento de irrigação. As despesas com operações representaram cerca de 27,5% para o tratamento que utilizou grade pesada e grade niveladora no preparo solo, 27% com escarificador e grade niveladora e a menor participação, 25,4% para o sistema de plantio direto por apresentar característica de menor número de operações mecanizadas. Analisando os dados da Tabela 2, verifica-se que o tratamento com semeadura direta apresentou a menor produtividade (44 sacas de 60 kg/ha) e o preparo do solo com escarificador + grade niveladora proporcionou maior produtividade (54 sacas de 60 kg/ha). Além de apresentar maior produção este tratamento apresentou menor custo de produção, e conseqüentemente maior receita bruta, sendo 23% maior do que quando se utilizou semeadura direta e 8% maior quando se preparou o solo com grade pesada + grade niveladora. O índice de lucratividade variou de 24,52% quando se utilizou escarificador + grade niveladora a 3,75% quando se utilizou semeadura direta.

**Tabela 1.** Estimativas de custos de produção de 1 ha de arroz irrigado por aspersão convencional e preparo do solo com grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora, e semeadura direta com o cultivar IAC 202, no município de Selvíria (MS) safra 2004/05.

DESCRIÇÃO	G.P			ESC.		S.D		
	ESP.	V. unit.	Qtd.	Total (R\$)	Qtd.	Total (R\$)	Qtd.	Total (R\$)
<b>A. OPERAÇÕES</b>								
Grad. Pesada	HM	54,4	1,0	54,4				
Grad. (2x) (1x)	HM	16,0	1,2	19,2	0,6	9,6		
Escarificação	HM	54,4			1,2	65,3		
Roçagem	HM	35,0					1,0	35,0
Dessecação	HM	35,0					0,4	14,0
Tratamento de Sementes	HH	16,0	0,5	8,0	0,5	8,0	0,5	8,0
Plantio (semeadeira)	HM	27,4	0,5	13,7	0,5	13,7		
Plantio (semeadora de plantio direto)	HM	27,4	0,5	13,7			0,5	13,7
Adubação de Cobertura	HM	35,7	1,0	35,7	1,0	35,7	1,0	35,7
Aplicação herbicida(2x) (1x)	HM	35,0	0,6	21,0	0,3	10,5	0,4	28,0
Colheita Mecanizada	HM	60,0	0,5	30,0	0,5	30,0	0,5	30,0
Energia	H	0,6	88,6	54,9	88,6	54,9	88,6	54,9
Reparos e manutenção				125,0		125,0		125,0
<b>Subtotal A</b>				<b>361,9</b>		<b>352,7</b>		<b>344,3</b>
<b>B - Insumos</b>								
B.1 Fertilizantes								
08-28-16	kg	1,0	250,0	252,5	250,0	252,5	250,0	252,5
Uréia	kg	1,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0
B.2 Defensivos								
Futur 300	1	83,2	0,2	18,7	0,2	18,7	0,2	18,7
Ally	g	2,0	3,3	6,7	3,3	6,7	3,3	6,7
Ronstar	1	60,0	2,0	120,0	2,0	120,0	2,0	120,0
Roundup	1	12,1					5,0	60,4
B. 3 Outros								
Sementes		1,7	50,0	82,5	50,0	82,5		82,5
<b>Subtotal B</b>				<b>650,4</b>		<b>650,4</b>		<b>710,8</b>
<b>COE</b>				<b>1.012,3</b>		<b>1.003,1</b>		<b>1.055,1</b>
Depreciação				249,0		244,7		241,1
Outras Despesas		5,0	%	56,9		56,4		59,0
<b>COT</b>				<b>1.318,18</b>		<b>1.304,22</b>		<b>1.355,13</b>

**Tabela 2.** Custos, produtividade, e indicadores de lucratividade para produção de 1 ha de arroz, cultivar IAC 202, no município de Selvíria (MS), safra 2004/05.

Tratamentos	COE (R\$)	COT (R\$)	Prod. (sc 60 kg)	Receita Bruta * (R\$)	Lucro operacional (R\$)	Índice de lucratividade (%)	Preço de Equilíbrio (R\$)
GR	1012.31	1318.18	50	1600.00	281.82	17.61	26.36
ESC	1003.10	1304.22	54	1728.00	423.78	24.52	24.15
SD	1055.08	1355.13	44	1408.00	52.87	3.75	30.79

\* Preço médio para a região por saca de 60 kg R\$ 32,00;  
GR: Preparo do solo com grade pesada + grade niveladora;  
ES: Preparo do solo com escarificador + grade niveladora;  
SD: semeadura direta.

**CONCLUSÕES:** O sistema de preparo de solo com escarificador + niveladora propiciou maior lucro operacional (R\$ 423,78/ha); as produtividades obtidas variaram cerca de 23% entre o melhor tratamento (escarificador + grade niveladora) e o menor resultado obtido com a semeadura direta. Há necessidade de se repetir o experimento em outros anos agrícolas, para verificar se os resultados obtidos se confirmam ou não.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, p.123-139, 1976.

NEHMI, I.M.D; FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L. da (Coords.). **AGRIANUAL 2005**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004.

SAFRAS CONAB. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 18/02/2005.

## ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA IRRIGAÇÃO

OI<sup>1</sup>, W. M., TARSITANO<sup>2</sup>, M. A. A., ARF<sup>2</sup>O., FONSECA, A. E.<sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** A China é o maior produtor mundial de arroz, representando cerca de 30% da produção total estimada em 587 milhões de toneladas de arroz em casca. Em relação à área plantada que é de quase 150 milhões de hectares, a China com 18% perde o primeiro lugar para a Índia que representa 30% cultivada (Nehmi, et al., 2003). O cultivo do arroz é de vital importância para o nosso país, pois o povo brasileiro tem, o hábito de consumi-lo diariamente em suas refeições. Seu preço baixo o torna um produto acessível até para as classes sociais menos favorecidas. Em algumas regiões do país são adotadas variações do método convencional de preparo do solo, o qual é feito através do uso de grade pesada, associada com uma ou duas gradagens com grade niveladora. O uso desta prática por anos sucessivos, além de ocasionar a excessiva desintegração física e preparo superficial (12 a 15 cm), pode levar a formação de uma camada impermeável abaixo da superfície do solo, conhecido como "sola de grade" (Fornasieri Filho e Fornasieri, 1993). No Brasil o arroz de terras altas é cultivado no sistema de sequeiro, cujo suprimento hídrico fica na dependência da precipitação pluviométrica e sua distribuição, sendo assim um sistema de alto risco de perda e uma alternativa para contornar esse problema é o uso da irrigação por aspersão, que além de garantir a produção, pode melhorar a qualidade dos grãos produzidos e diminuir a instabilidade de oferta de arroz no mercado (Rodrigues e Arf, 2002). A utilização da irrigação por aspersão na cultura do arroz é uma prática relativamente recente no Brasil e o manejo do solo e da adubação ainda não estão bem definidos, havendo um outro problema, que é a falta de cultivares específicos para essa modalidade de cultivo (Arf et al., 2002). O trabalho teve como objetivo analisar técnica e economicamente o efeito do sistema de preparo do solo (grade aradora + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e três modalidades de

<sup>1</sup> Discente, do ano de P s Graduação da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, email: masoi@bol.com.br, tel: (18)97116755.

<sup>2</sup> Profs. Drs., Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e S cio-econômica – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

<sup>3</sup> Discente, do ano de Graduação da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.



manejo de água (sem irrigação, irrigação nas fases reprodutiva e de maturação e irrigação nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação) na produção de arroz de terras altas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, solo é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distr fico típico argiloso, com precipitação média anual é de 1370 mm. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso disposto em um esquema fatorial 3 x 3, totalizando 9 tratamentos constituídos pela combinação de diferentes manejos de solo e de água. Os preparos de solo foram (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e três manejos de água (sem irrigação, irrigação nas fases reprodutiva e de maturação e, irrigação nas fases vegetativa, reprodutiva e de maturação) e 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas 0,35 m entre si. A área útil foi constituída pelas 3 linhas centrais, desprezando-se 0,50 m nas suas extremidades. O fornecimento de água, quando necessário foi de acordo com os tratamentos, realizado através de um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão com precipitação média de 3,3 mm/hora nos aspersores. A precipitação pluvial está sendo determinada em um pluviômetro Ville de Paris instalado na área experimental. A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi constituída da aplicação de 250 kg/ha da formulação, 8-28-16, o tratamento de sementes foi realizado com thiodicarb + oxido de zinco (600 + 500 g do i.a. 100 kg de sementes<sup>-1</sup>). A semeadura foi realizada no dia 23 novembro de 2004, utilizando o cultivar IAC 202, com parcelas constituídas por 5 linhas de 6,0 m de comprimento espaçadas 0,35m entre si. A área útil foi constituída pelas 3 linhas centrais, desprezando-se as duas linhas laterais de cada parcela. Foi utilizada quantidade de sementes necessárias para se obter 200 plantas m<sup>-2</sup>. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada utilizando-se 75 kg ha<sup>-1</sup>de nitrogênio, utilizando como fonte a uréia. Foi realizada uma aplicação de herbicida metsulfuron methyl (2,0 g/ha do i.a) para controle de ervas daninhas. A colheita foi realizada mecanicamente. Foram determinadas as análises agronômicas para avaliar a produtividade de grãos assim como foram estimados os custos de produção e lucratividade para todos os tratamentos. A receita bruta (em R\$), como o produto da quantidade produzida (em número de sacos de 50 kg) pelo preço médio de venda (em R\$), o lucro operacional, como a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total, o índice de lucratividade, entendido como igual à proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, ap s a cobertura do custo total de produção e preço de equilíbrio dado um determinado nível de custo total de produção, como o preço mínimo a obter para se cobrir este custo, dada a produtividade média do produtor. Os preços médios foram coletados na região e apresentados em reais (R\$).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1. apresenta o custo operacional efetivo (COE), o custo operacional total (COT), a produtividade, receita bruta, lucro operacional, índice de lucratividade e preço de equilíbrio para todos os tratamentos. O COE (despesas com operações e insumos) e o COT (inclui as depreciações e outras despesas) foram maiores para o tratamento plantio direto irrigado nas fases vegetativa, reprodutiva e maturação, e os menores custos para os tratamentos sem irrigação. Verifica-se que o tratamento preparo de solo com escarificador e irrigação nas fases reprodutiva e de maturação apresentou a maior produtividade e maior lucro operacional, (R\$148,84/ha) e um índice de lucratividade de 8,6%. Devido a estiagem ocorrida nos meses de fevereiro e março, não ocorreu produção de grãos nos tratamentos sem irrigação. Para os tratamentos com semeadura direta a produção de grãos não foi suficiente para cobrir o custo operacional total, mas se considerarmos somente as despesas diretas, isto é, as despesas com operações e insumos (COE), sem considerar o custo fixo com as depreciações, o resultado é positivo para todos os

tratamentos irrigados, variando o lucro operacional de R\$620,00/ha para o tratamento escarificador + grade niveladora e irrigado na fase reprodutiva e de maturação para R\$240,00/ha para o tratamento com plantio direto irrigado nas fases vegetativa, reprodutiva e maturação.

**Tabela 1.** Valores de COE, COT, produtividade, preço médio da região, receita bruta, receita líquida e preço de equilíbrio para produção de 1 hectare de arroz, cultivar IAC 202, no município de Selvíria (MS), safra 2004/2005.

<i>Tratamentos</i>	<i>COE (R\$)</i>	<i>COT (R\$)</i>	<i>Prod. (sc 60 kg)</i>	<i>Receita Bruta * (R\$)</i>	<i>Lucro operacional (R\$)</i>	<i>Índice de lucratividade (%)</i>	<i>Preço de Equilíbrio (R\$)</i>
GR L1	1126,69	1588,83	51	1632,00	43,17	2,6	26,01
GR L2	1137,30	1599,97	50	1600,00	0,03	0	26,67
GR Seq	832,36	903,98	0	0,00	-903,98	0	0,00
ESC L1	1117,48	1579,16	54	1728,00	148,84	8,6	24,29
ESC L2	1128,09	1590,30	54	1728,00	137,70	8	24,47
ESC Seq	823,15	894,31	0	0,00	-894,31	0	0,00
PD L1	1169,47	1633,74	44	1408,00	-225,00	0	30,93
PD L2	1180,07	1644,87	44	1408,00	-236,00	0	31,04
PD Seq	875,14	948,89	0	0,00	-948,89	0	0,00

\* Preço médio para a região por saca de 60 kg igual a R\$ 32,00 (10/06/2005)

GR: Preparo do solo com grade pesada e grade niveladora;

ES: Preparo do solo com escarificador e grade niveladora;

PD: semeadura direta;

Seq: Tratamento sem irrigação;

L1: Tratamento com irrigação na fase reprodutiva e de maturação;

L2: Tratamento com irrigação na fase vegetativa, reprodutiva e de maturação.

COE: Custo Operacional Efetivo

COT: Custo Operacional Total

**CONCLUSÕES:** A análise econômica mostrou que os resultados variaram muito entre os tratamentos, principalmente quando se comparou os tratamentos irrigados com os sem irrigação. Devido a um período grande de estiagem a perda foi total nos tratamentos sem irrigação. O melhor resultado econômico foi obtido pelo tratamento que recebeu preparo do solo com escarificador e grade niveladora com irrigação na fase reprodutiva e de maturação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; CRUSCIOL, C.A.C.; BUZETTI S. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura no comportamento de cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão. I. Características agrônomicas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ e REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 23, 2002, Florianópolis: Anais...Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002. p.376- 379.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 1993.221p.

NEHMI, I.M.D; FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L. da (Coords.).

**AGRIANUAL 2003:** anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2003.

RODRIGUES, R.A.F.; ARF, O. Manejo de água em cultivares de arroz de terras altas I. Características fenológicas e agrônomicas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ e REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 23, 2002, Florianópolis: Anais...Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002. p.361-364.

# MECANISMOS DE DISTRIBUIÇÃO DO FERTILIZANTE E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM PLANTIO DIRETO

BORGHI, E. <sup>1</sup>; COSTA, A. M. <sup>2</sup>; CRUSCIOL, C. A. C. <sup>3,4</sup>; FERNANDES, D. M. <sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** As pesquisas relacionadas ao arroz de terras altas no sistema plantio direto ainda são incipientes e repletas de incertezas, carecendo de informações mais precisas. A maior limitação do arroz de terras altas ao plantio direto é devida à concentração superficial dos nutrientes, inibindo o desenvolvimento radicular em profundidade. Nessas condições, ocorrem problemas de nutrição e absorção de água, devido ao espaço explorado pelas raízes ser restrito aos primeiros 15 cm do perfil. Neste contexto, considera-se primordial a melhoria prévia do perfil do solo para cultivo do arroz de terras altas em plantio direto, aliado ao desenvolvimento de cultivares que melhor se adaptam a esse sistema. A utilização de mecanismos de deposição do fertilizante pelas semeadoras-adubadoras pode melhorar as condições do sulco de semeadura, proporcionando maior desenvolvimento do sistema radicular tanto em volume quanto em profundidade, tornando a planta mais tolerante a deficiência hídrica. Outro fator que limita o estabelecimento do arroz de terras altas em plantio direto é a aplicação das mesmas doses de nitrogênio recomendadas para o sistema convencional, em virtude da adoção de espécies para produção de palhada com alta relação carbono/nitrogênio (C/N). No caso do arroz de terras altas, existem poucos estudos referentes à adubação nitrogenada em cobertura neste sistema de produção, permitindo inferir pequenos incrementos na produtividade de grãos. Face ao exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de dois mecanismos de distribuição de fertilizantes (haste sulcadora e disco duplo) e de doses de nitrogênio em cobertura na cultura do arroz de terras altas, em sistema plantio direto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido sob condições de sequeiro, nos anos agrícolas 2001/2002 e 2002/03, na Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP, apresentando as coordenadas: 22° 51' de latitude sul e 48° 26' de longitude oeste, com altitude média de 770 metros. O delineamento experimental foi de blocos casualizados disposto em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois mecanismos sulcadores de fertilizantes (haste sulcadora e disco duplo) e as subparcelas por doses de nitrogênio em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>). Utilizou-se o cultivar IAC 202, sendo semeado mecanicamente com semeadora-adubadora para plantio direto, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. As semeaduras foram realizadas em dezembro/2001 e novembro/2002, respectivamente, sendo a semeadora-adubadora regulada para depositar 10,8 g/m de adubo a 10 cm de profundidade e 100 sementes por metro a 4 cm de profundidade. No ano 2002/2003, a densidade de semeadura foi de 186 sementes por metro. A adubação de semeadura constou da aplicação de 240 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula com 4-14-8. A adubação de cobertura em superfície nas subparcelas que receberam os tratamentos com nitrogênio (uréia) foi realizada na época do perfilhamento do arroz, aos 37 e 42 dias após a emergência (DAE), respectivamente, para o primeiro e segundo ano. As variáveis analisadas foram: profundidade de abertura do sulco, profundidade de deposição das sementes, população de plântulas, número de panículas/m<sup>2</sup>, produção de matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos – 13%.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia - Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Caixa postal 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14)3811-7161. email: borghi@fca.unesp.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia – Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Caixa postal 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia - Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Caixa postal 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP. Fone (14)3811-7161. email: crusciol@fca.unesp.br.

<sup>4</sup>Bolsista CNPq.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O tratamento que utilizou haste sulcadora proporcionou maior profundidade de abertura do sulco, assim como maior profundidade de deposição de sementes, em relação ao tratamento com disco duplo, tanto no primeiro quanto no segundo ano (Tabela 1), em virtude da maior capacidade de penetração e mobilização no solo para abertura de sulco pela haste em comparação ao disco duplo, tendo como consequência maior abertura do sulco para deposição do adubo. Em contrapartida, o mecanismo com disco duplo foi o que proporcionou maior número de plântulas em relação ao tratamento com haste sulcadora. Isto ocorreu devido à menor profundidade de deposição da semente e, conseqüentemente, maior emergência de plântulas de arroz neste tratamento.

**Tabela 1.** Profundidade de abertura do sulco de semeadura, profundidade de deposição de sementes e população de plântulas em função dos mecanismos sulcadores na cultura do arroz de terras altas, em sistema plantio direto.

Mecanismo Sulcador	Profundidade de abertura do sulco		Profundidade de deposição de sementes		População plântulas m <sup>-1</sup>	
	cm		cm			
	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03
Disco duplo	6,8 b	7,3 b	4,7 b	4,9 b	92 a	155 a
Haste sulcadora	14,2 a	14,4 a	6,6 a	6,8 a	71 b	130 b
Ftratamento	705,62	1963,25	504,81	1704,99	30,86	99,73
CV (%)	7,39	4,16	4,20	2,19	13,5	5,03
DMS	0,562	0,33	0,17	0,09	7,93	5,16

Obs: Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si (teste t a P ≤ .0,05).

Com relação ao número de panículas m<sup>-2</sup>, no primeiro ano, houve efeito significativo para mecanismo sulcador e para a interação mecanismo sulcador e doses de nitrogênio (Tabela 2). Constatou-se maior número de panículas m<sup>-2</sup> quando se utilizou o tratamento com disco duplo (113 panículas m<sup>-2</sup>) em relação ao tratamento com haste sulcadora (74 panículas m<sup>-2</sup>). No segundo ano, verificou-se comportamento semelhante, tendo o tratamento com disco duplo maior número de panículas m<sup>-2</sup> (180 panículas m<sup>-2</sup>) em relação ao tratamento com haste sulcadora (125 panículas m<sup>-2</sup>), o que pode estar associado a maior profundidade de deposição das sementes na hora da semeadura (Tabela 1).

**Tabela 2.** Número de panículas por metro, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos do arroz de terras altas, em função dos mecanismos sulcadores e doses de nitrogênio em cobertura, em sistema plantio direto.

Tratamento	Panículas		Matéria seca da parte aérea		Produtividade de grãos	
	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03	2001/02	2002/03
Mecanismo sulcador (S)	- - - - n <sup>o</sup> m <sup>-2</sup> - - - -		- - - - - kg		ha <sup>-1</sup> - - - - -	
Disco duplo	113 a	180 a	4726 a	5445 a	2035 a	398
Haste sulcadora	74 b	125 b	3698 b	4493 b	1380 b	406
Doses de N (N) - kg ha <sup>-1</sup>						
0	67	124	3111	4579	1566	410
40	102	153	4074	5070	1782	451
80	106	158	4296	5113	1798	372
120	100	175	4778	5114	1684	375
	Valores de F <sup>(2)</sup>					
S	30,32 *	500,53 **	10,39 *	11,07 *	826,9 **	0,24 ns
N	6,36 ns	14,97 **	5,85 ns	0,83 ns	47,29 **	3,78 ns
CV parcela (%)	21,65	4,51	21,41	16,28	3,77	12,05
CV subparcela (%)	12,60	10,07	9,83	9,92	2,58	13,30

<sup>(1)</sup> médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t a 5%.

<sup>(2)</sup> ns, \* e \*\* não significativo, significativo no nível 5% e significativo no nível 1% pelo teste F.

Analisando-se o efeito de doses dentro de sulcadores, nos dois anos de condução do experimento, os dados obtidos para o disco duplo foram ajustados a uma função quadrática, sendo as doses máximas estimadas para se obter o maior valor de panículas 73 kg e 102 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). No tratamento com haste sulcadora, verificou-se aumento linear do número de panículas m<sup>-2</sup> em função da adubação nitrogenada, tanto no primeiro quanto no segundo ano. Para matéria seca da parte aérea, houve aumento nos dois mecanismos sulcadores em função das doses de nitrogênio, com os dados ajustados à uma função linear, nos dois anos do experimento (Tabela 2). Entretanto, o tratamento com disco duplo proporcionou maiores valores em relação ao tratamento com haste sulcadora. Houve resposta linear à adubação nitrogenada para o tratamento com disco duplo, fato este também ocorrido para o primeiro ano. A produtividade de grãos foi maior para o tratamento com disco duplo, sendo superior em 48 % ou 655 kg ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento com haste sulcadora (Tabela 2). Analisando-se o efeito de doses dentro de mecanismos sulcadores, verifica-se que os dados foram ajustados a uma função quadrática para ambos os tratamentos. No tratamento com disco duplo, a produtividade aumentou até a dose de 67 kg de N ha<sup>-1</sup>, apresentando valor de 2170 kg ha<sup>-1</sup>, sendo superior em 16% à produtividade estimada no tratamento sem aplicação de N (Tabela 3). Para haste sulcadora, a produtividade aumentou até a dose de 72 kg de N ha<sup>-1</sup>, apresentando valor de 1461 kg ha<sup>-1</sup>, sendo superior em 15% à produtividade estimada no tratamento sem aplicação de N. No segundo ano, não houve efeito dos fatores e da interação sobre a produtividade de grãos, em virtude da deficiência hídrica ocorrida nos estádios finais da fase reprodutiva e na fase de maturação no ano de 2003.

**Tabela 3.** Equações de regressão e coeficientes de correlação referentes aos valores de número de panículas por metro, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos do arroz de terras altas, em função dos mecanismos sulcadores.

		2001/2002	R <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> )
Panículas	Disco duplo	$y = -0,0108x^2 + 1,58x + 78,8$	0,83**
	Haste sulcadora	$y = 0,2313x + 59,9$	0,76*
Matéria seca da parte aérea	Disco duplo	$y = -13,81x + 3897,7$	0,55**
	Haste sulcadora	$y = 13,02x + 2917$	0,78**
Produtividade de grãos	Disco duplo	$y = -0,066x^2 + 8,81x + 1874,7$	0,92**
	Haste sulcadora	$y = -0,038x^2 + 5,45x + 1263,3$	0,95**
		2002/2003	
Panículas	Disco duplo	$y = -0,0051x^2 + 1,04x + 146,1$	0,63*
	Haste sulcadora	$y = 0,36x + 103,6$	0,79**
Matéria seca da parte aérea	Disco duplo	$y = 8,66x + 4925,6$	0,93*
	Haste sulcadora	$y = 4493$	ns
Produtividade de grãos	Disco duplo		ns
	Haste sulcadora		ns

<sup>(1)</sup> ns, \* e \*\* não significativo, significativo no nível 5% e significativo no nível 1% pelo teste F, respectivamente.

**CONCLUSÕES:** Concluiu-se que a haste sulcadora promoveu maior profundidade de deposição de sementes, menor número de panículas por área e, conseqüentemente, menor produtividade de grãos. A aplicação em cobertura de nitrogênio no arroz de terras altas em sistema plantio direto proporciona maiores produtividades de grãos quando a cultura é semeada por meio do mecanismo sulcador de disco duplo.

## SUSTENTABILIDADE NO PROGRAMA DE GERAÇÃO DE CULTIVARES ARROZ PARA O AGRONEGÓCIO NO BRASIL

CARLOS MAGRI FERREIRA<sup>1</sup>, LAURA G. DUARTE<sup>2</sup>, EMILIO DA MAIA CASTRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Socioeconomia. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. email: magri@cnpaf.embrapa.br.

<sup>2</sup> Professora. Centro de Desenvolvimento Sustentável-CDS, Universidade de Brasília – UnB, SAS Quadra 5 Bloco H sala 200, CEP 70 070 914 – Brasília, Distrito Federal - Brasil, email: duarte-laura@cds.unb.br

<sup>3</sup> Melhoramento genético. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. email:emilio@cnpaf.embrapa.br.

**INTRODUÇÃO:** A proposta desse trabalho foi analisar à luz de alguns pressupostos apresentados nas definições de desenvolvimento sustentável, o projeto de melhoramento genético para a cultura do arroz, desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão em parceria com outras instituições de pesquisas, no período de setembro de 2002 a dezembro de 2005. O referido projeto foi concebido direcionando grande parte de suas metas para dar maior competitividade à rizicultura brasileira, porém, com pouca ênfase quanto aos desequilíbrios sociais e regionais e praticamente não fazendo registros a problemas relacionados com o meio ambiente. O escopo do presente trabalho não é discutir a eficiência das ferramentas e técnicas utilizadas, mas sim pertinência da proposta com os princípios de sustentabilidade.

**MATERIAL E MÉTODO:** Para consecução dos objetivos do estudo, primeiramente fez-se uma revisão de definições de desenvolvimento sustentável, estabeleceu-se linhas e pontos comuns entre elas e fixaram-se pontos de referências. Posteriormente analisou-se os objetivos e ações propostas no projeto de melhoramento com o referencial estabelecido.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Pode-se dividir a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos em duas categorias: sustentabilidade intrínseca ao sistema produtivo e sustentabilidade geral. No primeiro caso trata-se dos efeitos ou danos ambientais causados pelas práticas do processo produtivo e da capacidade de o sistema continuar a ofertar, em curto espaço de tempo, produtos com qualidade semelhante, ou melhor, à atual. No segundo caso, leva-se em consideração a relação da cadeia produtiva com outras atividades econômicas, sociais e com os recursos ambientais. Neste caso, a preocupação extrapola a dimensão e os efeitos locais e a temporalidade é de longo prazo, que poder ser de décadas ou séculos.

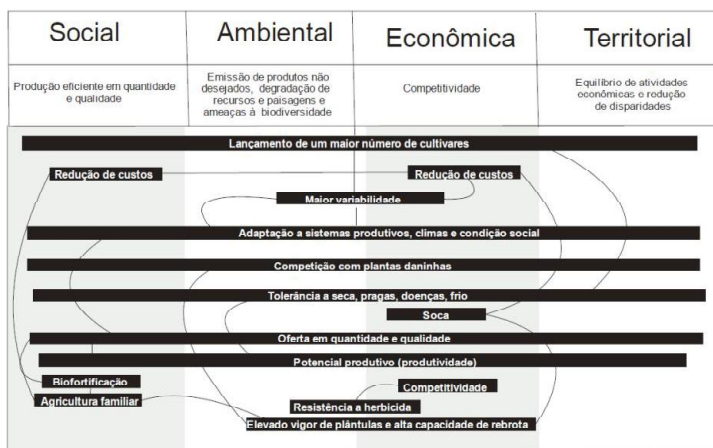
Para fins desse estudo considerou-se que a sustentabilidade de sistemas produtivo de arroz relaciona-se com a capacidade de se produzir eficientemente, isso significa, que a qualidade e a quantidade do produto ofertado sejam suficientes para atender a atual, e eventual crescimento, da demanda. Que a atividade seja competitiva, ou seja, ofereça condições de manter ou aumentar a participação do produto no mercado da região, país ou internacional. Um ponto fundamental é que esses objetivos sejam alcançados melhorando a *performance* ambiental. Para tanto, deve-se assegurar a sustentabilidade do uso de recursos naturais, mantendo a produtividade dos solos e não poluindo o ar e a água. Outra preocupação abrangida pela sustentabilidade é com relação ao território, ou seja, buscar uma melhor distribuição e arranjo das propriedades rurais, para que a configuração do territorial seja mais equilibrada e as atividades econômicas atinjam os objetivos tecno-econômicos preconizados na sustentabilidade. Isso visa superar as disparidades inter-regionais, inclusive, a rural-urbana e aproveitar da melhor forma a aptidão dos recursos naturais. Normalmente, apresenta-se como sendo os principais efeitos negativos gerados na agricultura: A eutroficação das águas, a emissão gases de efeito estufa, o excesso de pesticidas, que por run-off podem causar contaminações, degradação de habitat e da biodiversidade, perigo de extinção de vidas selvagens e alteração nas paisagens.

As principais propostas no projeto de melhoramento do arroz, tanto no cultivo do ecossistema de várzeas irrigadas quanto de terras altas, consiste em gerar cultivares que tenham características que melhorem a competitividade e eliminem ou minimizem a ação de variáveis e práticas geradoras de impactos negativos sobre o meio ambiente. O resultado final esperado é que essas cultivares associadas a outras inovações tecnológicas, facilitem o acesso da população aos produtos e subprodutos do arroz e contemplem o maior número possível de sistemas e modos de produção espalhados pelo Brasil, que ocorrem sob influências de diferentes condições climáticas e sociais.

Para alcançar esses objetivos o projeto busca um conjunto de características que funcionam de forma imbricada, onde é praticamente impossível separar causas e efeitos. Por exemplo, quando se aumenta o potencial produtivo reduz o impacto do custo de

produção, o aumento da produtividade pode ser conseguido pela melhoria de um ou pela junção de fatores como: tolerância a fatores bióticos relacionados com as doenças e as pragas, resistência a herbicidas, eficiência da utilização de nutrientes. O número de relações cresce muito se contemplar outras variáveis consideradas no programa de melhoramento, como: rendimento industrial, grãos com qualidades compatíveis com a demanda de mercado interno e externo e desempenho de panela. Algumas especificidades buscadas no programa de melhoramento para o arroz irrigado são; resistência ao frio e capacidade produtiva da soca, ou seja, selecionar plantas com capacidade de regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita e para o arroz de terras altas resistência à seca.

Na Figura 1 observa-se a relação dos principais pontos perseguidos no projeto de melhoramento de arroz e percebe-se a alta aderência desses objetivos com as dimensões social, ambiental, econômica e territorial. No entanto, essa boa característica não é destacada no texto do projeto, percebendo-se apenas algumas vinculações. O tema não é explicitado de forma objetiva e clara. O programa aparentemente ainda não assumiu de forma enfática que a competitividade do arroz depende da capacidade dos processos produtivos se adaptarem às exigências ambientais e da aptidão do produto para atender às questões de segurança alimentar.



**Fig. 1.** Relação dos principais pontos perseguidos no projeto de melhoramento de arroz e sua relação com quatro dimensões da sustentabilidade.  
 Fonte: elaborado pelos autores.

Antigamente o conceito de segurança alimentar estava ligado com a possibilidade de guerras e crises econômicas que podiam criar dificuldades de alimentar a população. Atualmente, dependendo do país e do seu nível de desenvolvimento, o conceito tem conotações diferenciadas. Em linhas gerais a segurança alimentar está mais voltada para o modo de produção e qualidade, além de evocar alguns princípios da sustentabilidade, que de forma abreviada significa a capacidade de promover a satisfação das atuais necessidades alimentares da população sem que haja sacrifício dos recursos naturais, de forma a garantir disponibilidade de alimentos para as futuras gerações.

Em suma a tendência é que as bases da produção agrícola se cristalizem no conceito de soberania alimentar, ou seja, o direito que cada país tem de definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, que seja garantido o direito à alimentação e o respeito as múltiplas características culturais da população.

**CONCLUSÕES:** O projeto tem potencial para atingir o objetivo de obter maior competitividade do agronegócio do arroz, uma vez que promove a melhoria da qualidade e da produtividade. Por outro lado, tem potencial também para promover o aumento da sustentabilidade da atividade ao reduzir a necessidade de aplicação de agroquímicos e dos desequilíbrios sociais, uma vez que oferece cultivares com um padrão de grãos capaz de gerar renda para qualquer categoria de produtor. No entanto, há necessidade de reajustes no projeto, tanto na parte da concepção, visando valorizar e ampliar os atributos relacionados com segurança alimentar e sustentabilidade, pois esses pontos se tornaram essenciais para a sobrevivência de uma atividade econômica e os consumidores estão transformando-os em parâmetros de referência para a tomada de decisão se sua preferência. O acompanhamento tem sido viabilizado através dos processos de certificação e rastreamento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

RANGEL, P. H. N. Desenvolvimento de cultivares para o agronegócio do arroz no Brasil. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 115p. (Embrapa. Macroprograma 2. Competitividade e Sustentabilidade. Linha temática: Melhoramento genético de plantas, animais e microorganismo).

## DINÂMICA DE ABSORÇÃO DE $N-NO_3^-$ EM DUAS VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

SANTOS<sup>1</sup>, L. A., SANTOS<sup>2</sup>, A. M., SOUZA<sup>3</sup>, S.R., FERNANDES<sup>4</sup>, M. S.

**INTRODUÇÃO:** O arroz é um dos cereais mais importantes para o homem, e se constitui na alimentação básica para mais de três bilhões de pessoas. De todos os elementos minerais requeridos pelas plantas, o nitrogênio (N) é necessário em maiores quantidades e mais freqüentemente limita seu crescimento, sendo absorvido preferencialmente nas formas inorgânicas como nitrato ( $NO_3^-$ ) e amônio ( $NH_4^+$ ) (Williams & Miller, 2001). Plantas deficientes em N apresentam sintomas facilmente perceptíveis com a redução do crescimento, clorose das folhas mais velhas, podendo levar a abscisão dessas folhas e até a morte da planta. O  $NO_3^-$  é considerado a fonte de N mineral mais importante para o crescimento das plantas em solos bem aerados, e seu fornecimento, via adubação nitrogenada, tem ganhado proporção nas últimas décadas. No entanto, problemas relacionados ao custo destes fertilizantes nitrogenados e a poluição de lençóis freáticos por  $NO_3^-$ , têm levado à seleção de variedades vegetais mais eficientes na absorção e assimilação de N do solo. O objetivo desse trabalho foi caracterizar a dinâmica de absorção do  $N-NO_3^-$  entre as variedades IAC-47 (melhorada) e Piauí (tradicional, sabidamente eficiente na aquisição e uso de N).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Plântulas de arroz da variedade IAC-47 (melhorada) e Piauí (tradicional) foram cultivadas em câmara de crescimento submetidas à fotoperíodo de 14h/10h (luz/escuro) com luminosidade de  $80 \mu mol\ m^{-2}s^{-1}$  (fluxo de f tons fotossinteticamente ativos), umidade relativa do ar de 70% e temperatura 28°C/24°C (diurna/noturna). As sementes de arroz foram germinadas em potes contendo água destilada. Uma semana após a germinação, as plântulas foram transferidas para potes de 2 litros (10 plântulas por pote) contendo solução de Hoagland & Arnon (1950), com 2 mmoles  $L^{-1}$  de  $N-NO_3^-$ . Trinta dias após a germinação, as plantas foram privadas de  $NO_3^-$  na solução nutritiva durante 72 horas, sendo então divididas em dois grupos. Um grupo passou a receber solução com 0,2 e o outro com 2 mmoles  $L^{-1}$  de  $NO_3^-$ . O conteúdo de  $NO_3^-$  na solução nutritiva foi

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo, CPGA-CS/UFRuralRJ, BR 465 km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ. Fone (21) 37873772. azevedo@ufrj.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo, CPGA-CS/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

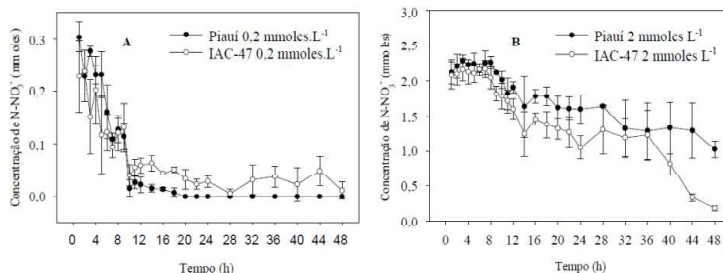
<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Professora Adjunta IV, Dep. Química/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto IV, Dep. Solos/UFRuralRJ, Seropédica, RJ.



determinado pelo método de Cataldo et al. (1975), por meio de amostras de 0,1 mL, coletadas a cada hora, até as 12 horas; a cada duas horas até as 24 horas; e de quatro em quatro horas até o final do experimento. Amostras de folhas, bainhas e raízes das plantas de arroz foram coletadas e utilizadas para a determinação da atividade da Nitrato Redutase (NR) (Jaworski, 1971) e Glutamina Sintetase (GS) (Farden & Robertson, 1980). Amostras de um grama de material coletado da parte aérea ou raízes foram homogeneizadas em etanol (80%) e após a partição com clorofórmio, a fração solúvel obtida foi utilizada para a determinação dos teores de  $\text{N-NO}_3^-$  (Cataldo et al., 1975) e açúcares solúveis (Yemm & Willis, 1957). As determinações foram realizadas às 0, 6, 24 e 48 horas

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Mesmo apresentando um desenvolvimento do sistema radicular inferior ao da variedade IAC-47 (dados não mostrados), a variedade Piauí consome o  $\text{NO}_3^-$  mais rapidamente quando submetida à dose de 0,2 mmol  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  em solução, ou seja, apresenta Cmin (concentração do nutriente na solução em que o influxo líquido é zero) inferior a variedade IAC-47. Já quando as plantas são submetidas a 2 mmol  $\text{L}^{-1}$  a var. IAC-47 apresenta influxo de  $\text{NO}_3^-$  maior que a var. Piauí (Figura 1). Seis horas após a adição do  $\text{NO}_3^-$ , ambas variedades mostraram atividade da NR superior nas raízes nas duas doses de  $\text{N-NO}_3^-$  em solução (Tabela 1), indicando que o  $\text{NO}_3^-$  absorvido foi preferencialmente reduzido nas raízes nas condições do experimento.



**Fig. 1.** Depleção de  $\text{N-NO}_3^-$  na solução nutritiva com o cultivo de duas variedades de arroz (Piauí e IAC-47) submetidas a 0,2 mmol  $\text{L}^{-1}$  (A) e 2 mmol  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3^-$  (B), depois de 72 horas de privação deste nutriente.

Quando as duas variedades são comparadas, a Piauí mantém uma atividade da NR nas raízes superior às observadas para a IAC-47, nas duas doses de  $\text{N-NO}_3^-$  em solução (Tabela 1), ocorrendo o mesmo para a atividade da GS (Tabela 1). Na raiz, a queda na atividade da NR observada a partir das 6 h na dose de 0,2 mmol  $\text{L}^{-1}$  é acompanhada por uma queda no conteúdo de  $\text{N-NO}_3^-$  da solução nutritiva (Figura 1) e também de uma queda no conteúdo interno de nitrato das raízes (Tabela 1).

Nas bainhas, ambas as variedades apresentaram valores muito baixos de atividade da NR e da GS nas duas doses de  $\text{N-NO}_3^-$  (Tabela 1), indicando ser este tecido especializado para o acúmulo de  $\text{NO}_3^-$ , com pouca redução e assimilação. Em ambas variedades, as bainhas e folhas foram os locais preferenciais de acúmulo de  $\text{NO}_3^-$ , quando submetidas a níveis mais elevados deste nutriente em solução (Tabela 1). No entanto, quando comparada à variedade IAC-47, a variedade Piauí acumula maiores teores de  $\text{NO}_3^-$  em suas raízes nas duas doses de  $\text{N-NO}_3^-$  e menores teores nas bainhas e folhas (Tabela 1). Sob as condições do experimento (baixa luminosidade), a variedade Piauí parece adotar uma estratégia de economia de energia, pois além de não enviar o  $\text{NO}_3^-$  para redução na parte aérea, acumula este nutriente nas bainhas e raízes. De maneira geral, os teores de açúcares solúveis são mais elevados na variedade Piauí que na IAC-47, nas duas doses de  $\text{N-NO}_3^-$  aplicadas, sendo mais expressivos nas folhas (Tabela 1). Esses dados novamente indicam uma maior eficiência energética da variedade Piauí, que apresenta maiores teores de açúcares solúveis livre (energia prontamente disponível – Tabela 1) e N-Amino livre (dados não mostrados) nas folhas quando comparada a var. IAC-47 mesmo sob baixa radiação luminosa.

**Tabela 1.** Atividade da NR, da GS e teores de  $N-NO_3^-$  e açúcares solúveis em folhas, raízes e bainhas de plantas de arroz cultivadas com 0,2 e 2,0 mmol  $L^{-1}$  de  $NO_3^-$  - na solução nutritiva.

Coleta (horas)	Folha						Raiz						Bainha					
	0,2		2		2		0,2		2		0,2		2		0,2		2	
	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47	Piauí	IAC-47
	<i>Atividade da NR (<math>\mu</math>moles <math>NO_2^- \cdot g^{-1}</math> de massa fresca <math>h^{-1}</math>)</i>																	
	<i>Dose de <math>N-NO_3^-</math> (mmoles <math>L^{-1}</math>)</i>																	
0 h	1,2 b	1,6 b	1,2 b	1,6 b	0,8 c	0,6 c	0,8 c	0,6 c	0,8 c	0,6 c	0,6 c	0,8 c	0,6 c	0,6 c	0,46 b	0,15 c	0,46 a	0,15 b
6 h	2,7 b	1,8 b	3,3 a	3,8 a	6,8 a	3,6 b	9,6 a	6,8 b	9,6 a	6,8 b	6,8 b	9,6 a	6,8 b	9,6 a	0,17 c	0,10 c	0,41 a	0,52 a
24 h	3,6 a	2,4 b	3,8 a	5,4 a	2,2 c	0,9 c	7,8 b	2,1 c	7,8 b	2,1 c	0,9 c	7,8 b	2,1 c	7,8 b	0,21 c	0,31 b	0,39 a	0,17 b
48 h	2,6 b	5,0 a	4,4 a	5,0 a	0,7 c	1,0 c	12,1 a	5,7 b	12,1 a	5,7 b	1,0 c	12,1 a	5,7 b	12,1 a	0,46 b	0,93 a	0,69 a	0,00 b
CV (%)	40,04	34,94	34,94	52,93	39,13	47,6	66,84											
	<i>Atividade da GS (<math>\mu</math>moles de <math>\gamma</math>-glutail <math>g^{-1}</math> de massa fresca)</i>																	
0 h	2,18 b	1,86 c	2,18 c	1,86 c	0,98 c	0,82 c	0,98 d	0,82 d	0,98 d	0,82 d	0,82 d	0,98 d	0,82 d	0,28 a	0,31 a	0,28 a	0,31 a	
6 h	1,68 c	2,20 b	2,20 c	2,20 c	1,15 b	0,82 c	1,11 c	0,94 d	1,11 c	0,94 d	0,82 c	1,11 c	0,94 d	0,33 a	0,25 a	0,25 a	0,21 a	
24 h	1,91 c	1,88 c	2,46 c	3,38 a	1,11 b	0,97 c	1,13 c	0,86 d	1,13 c	0,86 d	0,97 c	1,13 c	0,86 d	0,29 a	0,13 a	0,35 a	0,36 a	
48 h	2,15 b	2,72 a	2,49 c	2,84 b	1,42 a	1,34 a	1,74 a	1,38 b	1,42 a	1,34 a	1,34 a	1,74 a	1,38 b	0,34 a	0,34 a	0,39 a	0,39 a	
CV (%)	12,25	11,09	11,09	15,99	10,87	40,45	27,15											
	<i><math>N-NO_3^-</math> (<math>\mu</math>moles de <math>NO_3^- \cdot g^{-1}</math> de massa fresca)</i>																	
0 h	24,8 b	27,5 b	24,8 a	27,5 a	10,3 b	4,6 d	10,3 c	4,6 d	10,3 c	4,6 d	10,3 c	4,6 d	10,3 c	24,0 b	31,5 a	24,0 c	31,5 b	
6 h	27,1 b	38,2 a	35,4 a	40,4 a	15,7 a	10,0 b	19,2 b	18,2 b	15,7 a	10,0 b	19,2 b	18,2 b	15,7 a	23,9 b	32,5 a	19,1 c	30,4 b	
24 h	19,5 c	26,7 b	34,3 a	35,4 a	11,6 b	8,7 c	27,1 a	18,3 b	11,6 b	8,7 c	27,1 a	18,3 b	11,6 b	19,3 c	26,2 b	34,8 b	43,0 a	
48 h	15,7 c	28,6 b	34,7 a	37,1 a	8,4 c	5,9 d	26,2 a	22,5 a	8,4 c	5,9 d	26,2 a	22,5 a	8,4 c	16,0 c	26,7 b	32,9 b	46,7 a	
CV (%)	20,25	21,16	21,16	18,79	19,08	17,11	15,18											
	<i>Açúcares solúveis (<math>\mu</math>moles de açúcares solúveis <math>g^{-1}</math> de massa fresca)</i>																	
0 h	26,8 b	20,6 c	26,8 c	20,6 e	6,0 a	4,6 b	6,0 c	4,6 c	6,0 a	4,6 b	6,0 c	4,6 c	6,0 a	10,7 c	10,5 c	10,7 b	10,5 b	
6 h	30,5 b	26,8 b	30,7 b	31,7 b	5,4 a	5,9 a	7,3 b	9,0 a	5,4 a	5,9 a	7,3 b	9,0 a	5,4 a	16,1 b	14,3 b	12,9 a	14,3 a	
24 h	32,8 b	18,1 c	25,0 d	18,3 e	6,6 a	3,7 b	5,7 c	4,2 c	6,6 a	3,7 b	5,7 c	4,2 c	6,6 a	18,9 a	9,1 c	13,1 a	8,7 b	
48 h	38,9 a	29,5 b	35,6 a	28,2 c	7,3 a	7,1 a	8,3 a	6,9 b	7,3 a	7,1 a	8,3 a	6,9 b	7,3 a	17,3 a	15,5 b	16,0 a	13,0 a	
CV (%)	11,85	10,71	10,71	17,56	17,92	13,38	13,14											

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de significância. A comparação foi feita entre as variedades para cada dose de  $N-NO_3^-$  e parte da planta independentemente.

**CONCLUSÕES:** A var. Piauí apresenta  $C_{min}$  inferior a variedade IAC-47. As bainhas são o reservatório preferencial de  $NO_3^-$ . Os dados indicam que a var. Piauí reduz  $NO_3^-$  e assimila o N nas raízes em proporções maiores que o observado para var. IAC-47, resultando em maiores teores de açúcares solúveis livre.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATALDO, D.; HARRON, M.; SCHARADER, L. E. & YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, US, v.6, p.853-855, 1975.
- FARNDEN, K. J. S.; ROBERTSON, J. G. Methods for studying enzyme involved in metabolism related to nitrogen. In: BERGSEN, F. J. (Ed.). **Methods for Evaluating Biological Nitrogen Fixation**, 1980.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural of Experimental Stn. Bull**, v.347, p.1-32, 1950.
- JAWORSKI, E. G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. **Biochemical Biophysical Research. Communication**, v.43, n.6, p.1274-1279, 1971.
- WILLIAMS, L. E. & MILLER, A. J. Transporters Responsible for the Uptake and Partitioning of Nitrogenous solutes. **Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.52, p.659-688, 2001.
- YEMM, E. W. & WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plants extracts by anthrone. **Biochemistry**, v.57, p.508-514, 1954.

## ESTUDO DAS RESPOSTAS À INOCULAÇÃO DE *AZOSPIRILLUM LIPOFERUM* Sp 59 E *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* Sp 245 EM DIFERENTES VARIEDADES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS (*ORIZA SATIVA* L.)

GOMES<sup>1</sup>, G. F., DIDONET<sup>2</sup>, A. D., MARTIN-DIDONET<sup>3</sup>C. C. G.

**INTRODUÇÃO:** Bactérias diazotrificas endofíticas do gênero *Azospirillum* contribuem para o desenvolvimento das plantas por meio da fixação biológica do nitrogênio e produção de substâncias reguladoras do crescimento vegetal. Estas bactérias promovem o crescimento de plantas, aumentando o tamanho e a superfície radicular, com consequente incremento na eficiência de absorção de nutrientes e água do solo (Bashan et al., 2004). Poucos são os estudos sobre o efeito da inoculação de sementes de arroz de terras altas com bactérias do gênero *Azospirillum*, principalmente em regiões tropicais do cerrado brasileiro. O objetivo deste trabalho foi observar o efeito da inoculação das sementes de diferentes variedades de arroz de terras altas, com inoculante turfoso em p contendo as estirpes de *Azospirillum lipoferum* Sp 59 e *Azospirillum brasilense* Sp 245, no crescimento e ramificação das raízes, em plântulas cultivadas em condições de casa de vegetação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Arroz e Feijão - GO, utilizando-se 10 variedades de arroz de terras altas, cujas sementes após esterilizadas superficialmente com hipoclorito de sódio 1,5%, foram inoculadas com inoculante turfoso em p, contendo bactérias da estirpe de *Azospirillum lipoferum* Sp 59 (T-01) e de *Azospirillum brasilense* Sp 245 (T-02), e um tratamento controle (T-03) sem a presença das bactérias. O inoculante foi obtido após as bactérias terem sido crescidas em meio NFB líquido (Döbereiner et al., 1995) e adicionadas à turfa esterilizada. A inoculação das sementes foi efetuada misturando-se 2g do inoculante para cada 100 sementes, que foram pré germinadas e após três dias transplantadas para vasos plásticos de 700 mL contendo uma mistura de transplantadas 4 plântulas uniformes de cada variedade. Após 48

<sup>1</sup>Bióloga, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Biologia Celular e Molecular, UFG/Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: Glauciafgomes@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Dr. Embrapa Arroz e Feijão Embrapa Arroz e Feijão. Sto. Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup>Bióloga, Profª Dra. UEG-UnUCET- Unidade universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Br 153, km 98, Campus Anápolis, GO. CEP: 75000-000. Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGÜERA, Rua Prof. Lázaro Costa, 456, Cidade Jardim, Caixa Postal 637, Goiânia, GO.

horas do transplante adicionou-se quantidades adequadas de solução nutritiva de Hoagland a ¼ de força nas bandejas. Aos 15 dias após o transplante, as plântulas foram coletadas, determinando-se imediatamente o comprimento de raiz e o número de raízes secundárias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** De uma forma geral a inoculação de sementes de arroz de terras altas inoculadas com as estirpes de *Azospirillum lipoferum* Sp 59 e *Azospirillum brasilense* Sp 245 influenciou positivamente as variáveis estudadas (Tabelas 1 e 2). Com exceção das variedades BRS Bonança, Maravilha, BRS Primavera e BRS Talento houve incremento no comprimento radicular, em resposta à inoculação para as variedades de arroz de terras altas avaliadas (Tabela 1). As plântulas de arroz das variedades BRS Aimoré e BRS Bonança inoculadas com *A. brasilense* Sp 245 apresentaram significativo aumento do número de raízes secundárias quando comparadas às inoculadas com *A. lipoferum* Sp 59 e ao controle. Já as plântulas das variedades Caiapó e BRS Talento não foram influenciadas pela inoculação quanto ao número de raízes secundárias. Ainda em relação a este parâmetro, as demais variedades responderam positivamente à inoculação, sem apresentar diferença estatisticamente significativa para as duas estirpes de *Azospirillum* (Tabela 2).

**Tabela 1.** Comprimento de raiz de plântulas de diferentes variedades de arroz de Terras altas, cujas sementes foram inoculadas com inoculante turfoso em pó das estirpes de *Azospirillum lipoferum* Sp59, de *Azospirillum brasilense* 245 e sem inoculação, sendo as avaliações efetuadas em plântulas de 15 dias de idade, crescidas em copos com areia e vermiculita em condições de casa de vegetação. Valores médios de quatro repetições.

Variedades	Comprimento de raiz (cm)		
	Sem inoculação	<i>A. lipoferum</i> Sp59	<i>A. brasilense</i> Sp 245
BRS Aimoré	15,45bcB*	18,09abcA	18,78abA
BRS Bonança	15,56bcA	16,17cA	16,39bA
Caiapó	17,14bcB	19,05abcAB	20,16aA
BRS Colosso	15,21bcB	16,66bcAB	18,59abA
BRSMG Curinga	16,45bcB	19,92abA	18,73abAB
Maravilha	20,73aA	21,33aA	20,42aA
BRS Primavera	17,33abA	18,12abcA	17,88abA
BRS Soberana	13,74cA	16,23cAB	17,72abB
BRS Talento	17,43abA	18,06abcA	17,94abA
BRSMT Vencedora	16,01bcB	18,16abcAB	18,94abA
Média	16,50B	18,17A	18,55A

\* Valores seguidos pela mesma letra minúscula em cada coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Número de raízes secundárias de plântulas de diferentes variedades de arroz de terras altas, cujas sementes foram inoculadas com inoculante turfoso em pó das estirpes de *Azospirillum lipoferum* Sp59, de *Azospirillum brasilense* 245 e sem inoculação, sendo as avaliações efetuadas em plântulas de 15 dias de idade, crescidas em copos com areia e vermiculita em condições de casa de vegetação. Valores médios de quatro repetições.

Variedades	Número de raízes secundárias por plântula		
	Sem inoculação	<i>A. lipoferum</i> Sp59	<i>A. brasilense</i> Sp 245
BRS Aimoré	6,25cC*	10,25dB	12,67bA
BRS Bonança	3,94dC	5,53eB	7,58fA
Caiapó	4,45dA	4,76eA	4,95gA
BRS Colosso	3,75dB	8,08dA	8,14efA
BRSMG Curinga	4,48dC	8,13cdB	9,46deA
Maravilha	12,35aB	13,67aA	14,51aA
BRS Primavera	7,72bcB	10,07bA	11,24bcA
BRS Soberana	7,27cB	10,63bA	11,73bA
BRS Talento	9,17bA	9,70bcA	10,06cdA
BRSMT Vencedora	11,15aB	12,80aA	11,68bAB
Média	7,05C	9,36B	10,20A

\* Valores seguidos pela mesma letra minúscula em cada coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A promoção do crescimento e desenvolvimento radiculares de várias espécies de plantas, provavelmente seja devido ao efeito hormonal provocado pelo *Azospirillum* (Sturz et al., 2000). É provável que o ácido indol-acético (AIA), excretado pelas bactérias deste gênero desempenhem este papel na promoção do crescimento de plantas em geral. O estímulo ao aumento do número de raízes secundárias, proporciona maior área de absorção de nutrientes e água, o que pode representar vantagem competitiva para as plantas de arroz de terras altas. Ainda, o incremento no desenvolvimento radicular pode melhorar o estabelecimento inicial da cultura do arroz de terras altas em sistema de produção onde se utiliza o sistema de plantio direto na região do cerrado brasileiro.

**CONCLUSÕES:** A inoculação das sementes das diferentes variedades de arroz de terras altas com *Azospirillum lipoferum* Sp 59 e *Azospirillum brasilense* Sp 245, provocou aumento significativo no comprimento da raiz e no número de raízes secundárias.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L.E. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*, v.50, p. 521-577, 2004.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D. ; BALDANI, J. I. Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas, Brasília : EMBRAPA-SPI: Itaguaí, RJ, **EMBRAPA-CNPAB**, p.60, 1995.

STURZ, A.V.; CHRISTIE, B.R.; NOWAK, J. Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.19, p.1-30, 2000.

## NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA E NITROGÊNIO TOTAL NO SOLO SOB CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS (*Oriza sativa* L.)

JOYCE ROVER ROSA <sup>1</sup>, ANNA CRISTINA LANNA <sup>2</sup>, SINNARA GOMES DE GODOY<sup>1</sup>, MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS <sup>3</sup>, JOSÉ ALOÍSIO ALVES MOREIRA <sup>4</sup>, AGOSTINHO DIRCEU DIDONET<sup>4</sup>.

**INTRODUÇÃO:** Monitorar a qualidade do solo tem sido bastante discutido devido a recente conscientização de que o solo é, segundo Doran et al.(1996), um recurso vital tanto para a produção de alimentos e fibras quanto para o funcionamento global dos ecossistemas, e, hoje, grandes extensões de terra agricultáveis apresentam, de certo modo, em algum estágio de degradação. Mediante esta situação, a avaliação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como suas interações no tempo, é um mecanismo utilizado para fornecer uma estimativa da qualidade desse compartimento ambiental. Dentre os elementos que se figuram neste contexto, o nitrogênio (N) é um dos mais relevantes, uma vez que é um nutriente com dinâmica bem pronunciada nos estudos de matéria orgânica. Na agricultura orgânica este elemento é introduzido por meio da adubação verde, que tem por finalidade suprir em N as culturas subseqüentes. Considerando a biomassa microbiana, fração ativa da matéria orgânica do solo, um indicador sensível das mudanças ocorridas no solo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do manejo do solo e do uso de diferentes plantas de cobertura de solo, cultivadas no inverno, sobre o conteúdo do nitrogênio da biomassa microbiana e do nitrogênio total no solo sob cultivo orgânico do arroz de terras altas.

<sup>1</sup>Aluna do Curso de Química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia-GO; Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Sto. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332182. joyce@cnppaf.embrapa.

<sup>2</sup>Química, Pesquisadora Dr<sup>a</sup>, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup>Professora do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAV, Universidade de Brasília, Brasília, DF

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

**MATERIAL E MÉTODOS:** O solo foi coletado em experimento de campo conduzido em um Latossolo Vermelho distr fico na Unidade de Pesquisa em Produção Orgânica localizada na Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas dispostas em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. A parcela principal foi composta pelos sistemas de manejo do solo: plantio convencional (SPC) e plantio direto (SPD), as subparcelas pelas plantas de cobertura de solo (crotalária (*C. juncea* L.), sorgo forrageiro (*S. bicolor* L.) e tratamento testemunha (vegetação espontânea) e as subsubparcelas pelas épocas de amostragem de solo (1- floração das plantas de cobertura de solo de inverno; 2- 13 dias antes do plantio do arroz de terras altas; 3- 86 dias ap s o plantio, correspondente ao período de florescimento do arroz de terras altas e 4-125 dias ap s o plantio do arroz de terras altas, correspondente ao p s-colheita do arroz de terras altas. As amostras de solo foram coletadas nas entrelinhas das subparcelas cultivadas com arroz de terras altas, cultivar Aymoré, tanto em SPC quanto em SPD. Cada amostra foi composta por seis sub-amostras retiradas na camada de 0 a 10 cm de profundidade. O nitrogênio da biomassa microbiana (Nmic) do solo foi determinado pelo método de fumigação-extração (Brookes et al., 1985) e o nitrogênio total (NT) pelo método Kjeldahl (Embrapa, 1997). A análise de variância foi realizada pelo SAS e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O nitrogênio imobilizado na biomassa microbiana (Nmic) foi significativamente maior na quarta época avaliada (15 dias ap s a colheita do arroz de terras altas) em ambos os sistemas de manejo do solo (Tabela 1). Nesse período, o solo continha grande quantidade de restos vegetais oriundos da palhada de arroz, a qual apresenta alta relação C/N e baixa taxa de decomposição, consequentemente, ambiente propício para desenvolvimento de microrganismos. Ao comparar os sistemas de manejo de solo entre as épocas de amostragem observou-se que o SPD apresentou um conteúdo de biomassa microbiana N no solo significativamente maior que o SPC, indicando que práticas de manejo do solo que permitem a manutenção da cobertura vegetal em sua superfície induzem ao aumento do teor de matéria orgânica morta e viva, sendo esta última composta principalmente por microrganismos que fazem parte da fração ativa da matéria orgânica e são responsáveis pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e animais, além de ser a principal fonte de enzimas do solo. Quanto às plantas de cobertura de solo, cultivadas no inverno, que antecederam ao plantio do arroz, averiguou-se que houve diferença significativa no conteúdo de NBM somente no solo cultivado com crotalária, no período do seu florescimento, provavelmente devido ao fato desta cultura ser uma leguminosa e, portanto, fixar N. Nas outras épocas de amostragem (2, 3 e 4), período do cultivo do arroz de terras altas, a quantidade de biomassa microbiana N no solo foi similar, não havendo diferença significativa em seu conteúdo nos solos cultivados com as diferentes plantas de coberturas. Perfil similar foi verificado com o NT do solo (Tabela 2), em que seu conteúdo foi significativamente maior na época 1 (floração das plantas de cobertura de inverno), tanto no SPC quanto no SPD. Estes dados sugerem que não existe efeito residual de N diferenciado para o solo que recebeu crotalária (leguminosa) anteriormente ao plantio do arroz.

**Tabela 1.** Nitrogênio da biomassa microbiana (mg N.kg<sup>-1</sup> solo) no solo sob cultivo orgânico do arroz de terras altas

Preparo do solo	Época de avaliação <sup>(1)</sup>			
	1	2	3	4
SPC	26.59 F	39.84 DC	32.77 E	50.09 B
SPD	36.23 DE	42.83 C	35.15 DE	56.14 A
Plantas de Cobertura				
Vegetação espontânea	28.20 E	42.48 B	31.07 ED	52.98 A
Crotalária	34.62 CED	41.72 B	37.00 CBD	51.61 A
Sorgo	31.42 ED	39.81 CB	33.80 CED	54.75 A

<sup>(1)</sup> 1- floração das plantas de cobertura de solo; 2 - 13 antes do plantio do arroz de terras altas; 3 - 86 dias após o plantio do arroz de terras altas/floração; 4 - 125 dias após o plantio do arroz de terras altas (pós-colheita arroz).

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SPC - sistema de preparo convencional do solo; SPD- sistema plantio direto.

**Tabela 2.** Nitrogênio total (g N.kg<sup>-1</sup> solo) no solo sob cultivo orgânico do arroz de terras altas

Preparo do solo	Época de avaliação <sup>(1)</sup>			
	1	2	3	4
SPC	2.34 B	1.72 D	1.47 E	2.09 C
SPD	2.57 A	1.69 D	1.52 E	2.19 CB
Plantas de Cobertura				
Vegetação espontânea	1.90 C	1.67 ED	1.46 E	2.11 B
Crotalária	3.46 A	1.64 ED	1.50 E	2.15 B
Sorgo	2.01 CB	1.79 CD	1.52 E	2.16 B

<sup>(1)</sup> 1 - floração das plantas de cobertura de solo; 2 - 13 antes do plantio do arroz terras altas; 3 - 86 dias após o plantio do arroz de terras altas/floração; 4 - 125 dias após o plantio do arroz de terras altas (pós-colheita arroz).

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

SPC - sistema de preparo convencional do solo; SPD - sistema de plantio direto.

## CONCLUSÕES

- No sistema de plantio direto houve maior incorporação de N na biomassa microbiana do solo, bem como maior conteúdo de NT, em todas as épocas de amostragem avaliadas.

- As diferentes plantas de cobertura de solo, cultivadas no inverno, proveram o solo sob cultivo orgânico do arroz de terras altas com quantidades similares de nitrogênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROOKES, P. C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure soil microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 17, n. 6, p. 837-842, 1985.

CAMPANHOLA, C. & VALARINI, P. J., A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, DF, v. 18, p. 69-101, 2001.

DORAN, J. W.; SANTORO, M. & LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. *Adv. Agron.*, 56: 1-54, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA; Centro Nacional de Pesquisa em Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. 2. Ed. Rio de Janeiro, 1997, p. 212. (EMBRAPA-CNPS. Documentos 1).

## IMPACTOS AMBIENTAL E ECÔNOMICO DA SOCA DO ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO

ANNA CRISTINA LANNA <sup>1</sup>, OSMIRA FÁTIMA DA SILVA <sup>2</sup>, ALBERTO SANTOS BAÊTA <sup>3</sup>, JOSÉ ALEXANDRE FREITAS BARRIGOSSA <sup>3</sup>

**INTRODUÇÃO:** As plantas de arroz possuem a capacidade de regenerar novos perfilhos férteis após o corte dos colmos na colheita. Esta brotação, denominada soca, possibilita o segundo cultivo de arroz, o qual pode constituir-se numa alternativa prática para aumentar a produtividade de grãos em muitos agroecossistemas, principalmente em várzeas, condições em que o arroz é adaptado. Sem a necessidade de preparo do solo nem de semeadura, o seu cultivo usa 60% menos água e 50% menos trabalho que a cultura principal. Além disso, é uma prática que aumenta a produção de arroz por unidade de área

<sup>1</sup>Química, Pesquisadora Dr<sup>a</sup>, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>2</sup>Economista, Técnica Especializada, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador, PhD., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

e de tempo por apresentar menor duração de crescimento que um novo cultivo. O sucesso do cultivo da soca é determinado pelas práticas empregadas na cultura principal, tais como, época e altura do corte das plantas, sistema de plantio e colheita, manejo de fertilizantes, bem como pelas práticas que promovem uma rápida e uniforme brotação como fertilização nitrogenada, manejo de água e tratos fitossanitários. Atualmente, uma visão ampliada sobre a dinâmica rural tem sido demandada, envolvendo, inclusive, avaliação dos impactos ambientais negativos devido à degradação ambiental associada direta ou indiretamente ao uso inadequado de insumos e formas de manejo. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto ambiental e econômico resultante da adoção da soca de arroz irrigado comparativamente ao cultivo principal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para avaliação ambiental foi utilizado o Sistema Ambitec, que é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que considera a contribuição da tecnologia em estudo sob os aspectos: alcance e eficiência da tecnologia, conservação e recuperação ambiental (IRIAS et al, 2004). Cada uma dessas variáveis engloba um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do adotante da tecnologia. Os resultados dos indicadores são ponderados pelo peso do indicador para composição do impacto da tecnologia e somados para compor o índice, que pode variar de -15 (impacto altamente negativo) a +15 (impacto altamente positivo). Para a avaliação econômica foi utilizada a metodologia do excedente econômico, medido pelo incremento de produtividade no sistema (ÁVILA, 2002), utilizando-se dados conjunturais obtidos do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA, 2005), bem como do levantamento dos preços médios dos fatores de produção e da cultivar de arroz irrigado BRS Formoso (R\$ 31,00/sc. 60 kg, em abril de 2005), no Estado do Tocantins.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para a avaliação de impacto ambiental (Tabela 1) foram considerados quatro aspectos: Alcance e Eficiência da Tecnologia e Conservação e Recuperação Ambiental. A soca do arroz é uma tecnologia adotada por produtores que cultivam o arroz em várzeas úmidas e/ou irrigadas em diversas regiões do Brasil. No Estado do Tocantins, estima-se que, em 2005, cerca de 11.760 hectares, correspondente a 20% da área total cultivada com arroz irrigado, foram utilizadas pelos produtores para cultivar a soca. A eficiência desta tecnologia foi positiva, apesar de haver uso de uma maior quantidade de insumos (agrotóxicos e fertilizantes) e de energia quando se cultiva a soca após o cultivo principal, menos área cultivada (uso de recursos naturais) necessita ser incorporada ao processo produtivo, devido ao aumento de produtividade (3.868 kg.ha<sup>-1</sup> para 4.835 kg.ha<sup>-1</sup>) e o mais importante, reduz-se a pressão para ocupação de novas áreas. Em relação ao aspecto conservação ambiental, para o cultivo da soca de arroz não ocorre destruição da vegetação nativa e nem de corredores ecológicos que mantêm o fluxo/conexão da fauna, visto que para a sua adoção não é necessário incorporar novas áreas de cultivo. Quanto ao aspecto recuperação ambiental, a soca de arroz por apresentar os mesmos padrões culturais do cultivo principal do arroz irrigado, não contribuiu efetivamente para melhoria dos atributos físico, químico e biológico de solos degradados e para recuperação de ecossistemas degradados, áreas de preservação permanente e reserva legal. Sob o aspecto ambiental, a soca de arroz contribuiu principalmente para reduzir a pressão para abertura de novas áreas agrícolas, obtendo um índice de impacto ambiental igual a +0,61, de um máximo de 15 preconizado pelo sistema. Na avaliação do impacto econômico (Tabela 2), foram estimados 11.760 hectares cultivados com a soca de arroz, correspondente a 20% da área total cultivada (58.800 hectares) com a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins; obtendo uma produção de 11,4 mil toneladas proveniente apenas do cultivo da soca (considerando o cultivo principal mais o da soca, a produção perfaz um total de 238,8 mil toneladas) e uma produtividade média da soca de 967 kg.ha<sup>-1</sup> (considerando o cultivo principal mais o da soca, a produtividade é de 4.835 kg.ha<sup>-1</sup>). Em 2005, na Fazenda Xavante, município de Dueré, TO, o custo de produção do



cultivo principal do arroz irrigado foi de aproximadamente R\$2.008,23.ha<sup>-1</sup> e o da soca, isoladamente, representou cerca de 21% do custo do cultivo principal (R\$ 424,07.ha<sup>-1</sup>), uma vez que ocorreu uma aplicação adicional de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de uréia e de inseticida e gasto com eletricidade e colheita. A estimativa do benefício econômico regional foi de 1,9 milhões de reais, devido ao ganho unitário de R\$ 157,89.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Avaliação final, ponderação dos indicadores e expressão do índice de impacto ambiental da tecnologia Soca do Arroz (*Oryza sativa* L.). Irrigado

<i>Indicador de Impacto Ambiental</i>	<i>Peso do Indicador</i>	<i>Coefficiente de Impacto</i>
I. Eficiência Tecnológica		
Uso de Agroquímicos	0.125	-1,5
Uso de Energia	0.125	-5,0
Uso de Recursos Naturais	0.125	+ 7,0
II. Conservação Ambiental		
Atmosfera	0.125	-0,6
Capacidade Produtiva do Solo	0.125	0
Água	0.125	0
Biodiversidade	0.125	+ 5,0
III. Recuperação Ambiental		
Solos e ecossistemas degradados/ Áreas de preservação permanente e reserva legal	0.125	0
Averiguação da ponderação	1	Índice de Impacto Ambiental + 0,61

**Tabela 2.** Balanço econômico da tecnologia Soca do Arroz Irrigado (*Oryza sativa* L.), na Fazenda Xavante, no município de Dueré (TO), em 2005.

<i>Indicadores</i>	<i>Sistema de produção de arroz irrigado</i>		<i>Total do Sistema</i>
	<i>Cultivo principal</i>	<i>Soca</i>	
I. Custos dos fatores agregados de produção:			
Insumos (R\$.ha <sup>-1</sup> )	1.122,91	160,35	1.283,26
Máquinas/implementos (R\$.ha <sup>-1</sup> )	755,32	228,72	984,04
Serviços (R\$.ha <sup>-1</sup> )	70,00	20,00	90,00
Pós-colheita (R\$.ha <sup>-1</sup> )	60,00	15,00	75,00
II. Resultado econômico:			
Produtividade (Kg.ha <sup>-1</sup> )	4.800	1.200	6.000
Receita total (R\$.ha <sup>-1</sup> )	2.480,00	620,00	3.100
Custo total (R\$.ha <sup>-1</sup> )	2.008,23	424,07	2.432,30
Relação benefício/custo <sup>1</sup>	1,23	1,46	1,27
III. Impacto econômico regional da Soca:			
Área (ha) <sup>2</sup>		11.760	
Custo adicional (R\$.ha <sup>-1</sup> )		341,73	
Ganho unitário (R\$.ha <sup>-1</sup> )		157,89	
Benefício econômico (R\$)		1.856.583,70	

<sup>1</sup>Base nos preços de fatores e preço da cultivar BRS Formoso de arroz irrigado, em saca de 60 quilogramas recebida a R\$ 31,00 pelos produtores em 1/04/05.

<sup>2</sup>Base estimativa de 20% da área de arroz irrigado para adoção da soca (IBGE/Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, dez.2005).

**CONCLUSÕES:** O cultivo principal de arroz irrigado mais o cultivo da soca obteve um índice de impacto ambiental positivo de +0,61, indicando que a exploração da soca pode continuar a ser recomendada, uma vez que ela se apresenta como uma alternativa para aumentar a produção sem crescer a área de cultivo e com menor custo de produção, possibilitando reduzir a sazonalidade do uso de máquinas e implementos, aumentar a produtividade das várzeas tropicais, além de incrementar a renda líquida dos produtores.

Adicionalmente, a adoção desta tecnologia apresentou impacto na economia regional, proporcionando um benefício econômico em torno de 1,9 milhões de reais para o agronegócio do Estado do Tocantins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, A.F.D. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: Metodologia de Referência. Embrapa/SEA/CAA, 2002.

EMBRAPA (Brasília, DF). Recomendações técnicas para o cultivo do arroz irrigado: áreas do Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1992. n.p.

IRIAS, L.J.M.; GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P.; ROSA, M.F.; RODRIGUES, G. S. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária- Aplicação do sistema Ambitec. Agric. São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-39, 2004.

LSPA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, v.17, n.12, p.1-77, dez.2005.

SANTOS, A. B. & PRABHU, A. S. Efeitos de sistemas de colheita e de aplicação de fungicidas no desempenho da soca do arroz irrigado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, n. 3, p. 572-576, 2003.

## CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO SOB CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA REGIÃO DE CERRADO

SINNARA GOMES DE GODOY<sup>1</sup>, ANNA CRISTINA LANNA<sup>2</sup>, JOYCE ROVER ROSA<sup>1</sup>, MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS<sup>3</sup>, JOSÉ ALOÍSIO ALVES MOREIRA<sup>4</sup>, AGOSTINHO DIRCEU DIDONET<sup>4</sup>

**INTRODUÇÃO:** O solo é um recurso não renovável e deve ser manejado de maneira que possa sustentar a biodiversidade nas reservas naturais e a produtividade agrícola nas áreas cultivadas. Em outras palavras, deve-se conciliar a alta produtividade agrícola com padrões elevados de qualidade do meio ambiente (Godoy, 2001). Possivelmente, a crescente degradação de muitos solos agrícolas é decorrente do inadequado manejo e produto do pouco conhecimento da fração orgânica do solo, em que se inclui as populações microbianas e sua atividade (Uquiaga & De-pollí, 1994). Essas populações constituem a biomassa microbiana, definida como a matéria orgânica viva do solo que regula as transformações e armazenamento de nutrientes através dos processos concomitantes de imobilização e mineralização. É o principal componente de subsistema de decompositores, regulando a ciclagem de nutrientes, fluxo de energia e a produtividade das culturas e do ecossistema (Wardle, 1998; Smith & Paul, 1990). Mudanças significativas na quantidade de biomassa podem ser detectadas muito antes que alterações na matéria orgânica total possam ser percebidas, possibilitando a adoção de medidas de correção antes que a perda da qualidade do solo seja mais severa. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos químicos, carbono orgânico total, e bioquímicos, carbono da biomassa microbiana, e respiração microbiana, em área de cultivo orgânico do arroz de terras altas em solo do cerrado, em sistema de plantio direto e convencional.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho distr fico na Unidade de Pesquisa em Produção Orgânica (UPPO) região de cerrado, localizada na Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. No período de

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia-GO; Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000, St. Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 35332182. sinnara@cnpaf.embrapa.br.

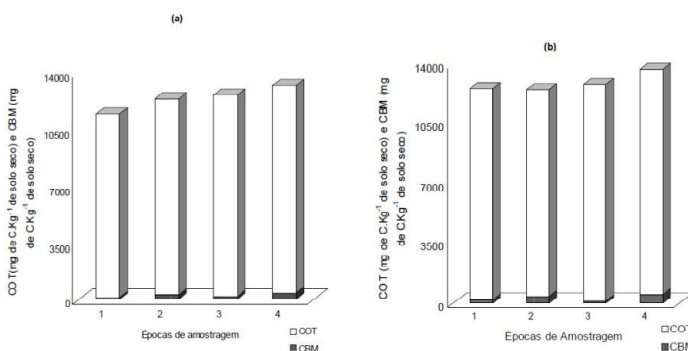
<sup>2</sup> Química, Pesquisadora Dr<sup>a</sup>, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

<sup>3</sup> Professora do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAV, Universidade de Brasília, Brasília, DF

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

2004/2005 cultivou-se arroz terras altas (cultivar Aymoré) em sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC). No inverno de 2004, foram cultivadas crotalária (*C. juncea* L.) e sorgo forrageiro (*S. bicolor* L.), como plantas de cobertura de solo, além da vegetação espontânea (pousio) como tratamento testemunha. No verão de 2005 o arroz de terras altas (*Oryza Sativa* L.) foi cultivado em SPD e SPC. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas dispostas em blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas principais foram determinadas pelos sistemas de preparo de solo, as subparcelas constituídas pelas plantas de cobertura do solo (crotalária, sorgo forrageiro e vegetação espontânea) e as subsubparcelas as épocas de coleta de solo (1ª época – floração das coberturas de solo, 2ª época – 13 dias anteriores ao plantio da cultura do arroz, 3ª época – 83 dias após o plantio correspondente à floração da cultura do arroz e 4ª época – 125 dias posteriores ao plantio equivalente ao pós colheita da cultura do arroz de terras altas). As amostragens do solo foram efetuadas nas entrelinhas de cada parcela, na camada de 0 a 10 cm de profundidade, em que cada amostra foi composta de seis sub-amostras. Após homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e armazenados em câmara fria (4°C). A análise do Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) do solo foi realizada segundo metodologia descrita por Vance et al. (1987), respiração basal (RB) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ) segundo Islam & Weil (2000). A porcentagem de matéria orgânica do solo foi determinada pelo método de oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal (EMBRAPA, 1997). O carbono orgânico total foi então calculado dividindo-se a quantidade de matéria orgânica pelo fator 1,72. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58% (Santos & Camargo, 1999). A análise de variância foi realizada pelo SAS e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O carbono da biomassa microbiana diferiu significativamente em função das diferentes épocas de coleta de solo, durante o ciclo da cultura de arroz. O maior valor foi verificado na quarta época de amostragem de solo, que corresponde a 15 dias após a colheita do arroz, tanto sob sistema de preparo convencional do solo quanto em sistema de plantio direto (Figura 1). O CBM variou de 1,23% a 3,28% do COT no plantio convencional e no plantio direto, por manter a cobertura vegetal, houve um maior desenvolvimento de microrganismos no solo de 1,58% a 3,65% do COT, verificando que houve diferença estatística entre os dois sistemas de manejo do solo (Tabela 1). Quanto à influência das plantas de cobertura de solo, cultivadas no inverno, o sorgo proporcionou, em média, maior  $q_{mic}$  (quociente microbiano) o que evidencia maior quantidade de biomassa para o solo. O quociente metabólico (Tabela 1) do solo em sistema de plantio direto foi menor do que em sistema de preparo convencional indicando maior eficiência metabólica do SPD. O solo que permaneceu em pousio no inverno, ou seja, somente com vegetação espontânea apresentou, durante o ciclo das culturas de verão, maior quociente metabólico.



**Fig. 1.** Carbono Orgânico total e Carbono da Biomassa Microbiana no solo cultivado com arroz de terras altas, em sistema plantio convencional (a) e sistema plantio direto (b). Épocas de amostragem: (1) Floração das coberturas de solo, (2) 13 dias antes do plantio do feijoeiro comum; (3) 83 dias após o plantio do feijoeiro comum e (4) 125 dias após a colheita do feijão.

<i>Quociente microbiano (mg de CBM.mg<sup>-1</sup> de COT)</i>				
<i>Épocas de avaliação<sup>(1)</sup></i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Preparo do solo				
SPC	1,23D	3,21B	1,31DC	3,28B
SPD	1,58C	3,24B	1,15D	3,65A
Plantas de Cobertura				
Pousio	0,16G	3,51B	1,17GF	1,04A
Crotalária	1,22F	3,42B	1,24F	1,90E
Sorgo	2,25DE	2,75C	1,27F	2,45DC
<i>Quociente metabólico (mg de C-CO<sub>2</sub>.mg<sup>-1</sup> CBM.dia<sup>-1</sup>)</i>				
Preparo do solo				
SPC	0,115A	0,007D	0,086B	0,012D
SPD	0,058C	0,013D	0,064CB	0,009D
Plantas de Cobertura				
Pousio	0,115A	0,012E	0,092BA	0,005E
Crotalária	0,053DC	0,008E	0,064BC	0,025DE
Sorgo	0,092BA	0,009E	0,069BBC	0,002E

1- floração das plantas de cobertura de solo; 2 - 13 antes do plantio do arroz de terras altas; 3 - 86 dias após o plantio do arroz de terras altas/floração; 4 - 125 dias após o plantio do arroz de terras altas (pós-colheita arroz).

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SPC - sistema de preparo convencional do solo; SPD - sistema plantio direto.

**CONCLUSÃO:** Este estudo demonstrou que o cultivo orgânico de arroz de terras altas na região de cerrado proporciona uma manutenção significativa na qualidade da biomassa microbiana do solo, tanto em sistema plantio direto quanto em sistema de preparo convencional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GODOI, L. C. L. **Propriedades microbiológicas de solos em áreas degradadas e recuperadas na região de Cerrados Goianos.** Goiânia, GO. Universidade Federal de Goiás, p.87, Tese de Mestrado, 2001.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.79, p.9-16, 2000.

MOREIRA, F. M . S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo.** Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.

SMITH, J. L. & PAUL, E. A. **The Significance of soil biomass estimates.** In. BOLLAG, J.M.; STOTTZKY, G., ed Soil Biochemistry, 6. New York: Marcel Decker, p. 357-369, 1990.

URQUIAGA, S.; DE-POLLI, H. Aspectos microbiológicos do solo. In: PUIGNAU, J. P.; DENARDIN, J. E.; KOCHANN, R. A.; MOTTER, R. R.; WALL, P.C. (Ed). **Metodologias para investigacion en manejo de suelos.** Montevideo: IICA, 194, p. 57-59. (PROCISUR. Dialogo, 39)

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

WARDLE, D. A. **Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: A Globalscale synthesesis.** Soil Biochem., Biochem., v. 30, p. 1627-1637, 1998.

# PROPRIEDADES BIOQUÍMICAS DO SOLO EM TRANSIÇÃO PARA CULTIVO ORGÂNICO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS (*Oriza sativa* L.) EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL

CHRISÓSTOMO<sup>1</sup>, I. G., LANNA<sup>2</sup>, A. C., GODOY<sup>3</sup>, S. G., ROSA<sup>3</sup>, J. R., FERRARESI<sup>4</sup>, T. M., DIDONET<sup>5</sup>, A. D.

**INTRODUÇÃO:** O arroz é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo, não só em valor de produção, mas principalmente por se constituir no principal alimento do homem. O cultivo orgânico desta espécie é uma alternativa sustentável, visto que utiliza princípios ecológicos e de conservação dos recursos naturais. A avaliação da qualidade bioquímica do solo durante e após o período de transição de um sistema produtivo convencional para um sistema orgânico é imprescindível, uma vez que esses atributos podem ser indicadores de sustentabilidade, além de subsidiar a avaliação da resiliência do solo. Este compartimento ambiental, em muitas situações, se encontra em acentuado processo de degradação, com a queda de produtividade mesmo com altíssimo uso de insumos externos (Altiere, 1999). O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade enzimática total e atividade de urease do solo sob cultivo orgânico de arroz de terras altas, em sistemas plantio direto e convencional de preparo do solo, em seqüência ao sorgo forrageiro, crotalária juncea e vegetação espontânea.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Produção Orgânica (UPPO), localizada na Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. No inverno de 2004, cultivou-se, em sistema plantio direto, sorgo forrageiro (*S. bicolor* L.) e crotalária (*C. juncea* L.), como plantas de cobertura de solo e um tratamento testemunha constituído pela vegetação espontânea. No verão de 04/05, foi cultivado o arroz de terras altas (cultivar Aimoré) em sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC). O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas e com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de preparo do solo, SPD e SPC e as subparcelas pelas plantas de cobertura de solo. Incluiu-se também uma parcela sob vegetação nativa de cerrado como referência. Amostras compostas de solo da camada de 0 a 10 cm de profundidade foram coletadas nas entrelinhas de cada parcela. Avaliou-se a atividade enzimática total – AET (Ghini et al., 1998) e a atividade de urease – AU (Kandeler & Gerber, 1988). A partir do teor de proteína total do solo (Bradford, 1976), calculou-se a atividade específica das enzimas totais - AETE e da urease - AEU. Realizou-se análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. E a comparação das médias entre os sistemas de produção do arroz de terras altas e a mata nativa, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As atividades enzimática total e específica (AET e AET específica) foram influenciadas pelo período de coleta do solo (Tabela 1). Na época do pré-plantio do arroz de terras altas, independente do sistema de manejo, o solo apresentou uma maior AET e AET específica quando comparada às outras épocas de amostragem. Isso se deve provavelmente ao alto conteúdo de restos vegetais oriundos das plantas de cobertura de solo, cultivadas no inverno. Estas espécies por fornecerem nitrogênio, matéria orgânica e, conseqüentemente, substratos para as enzimas, se apresentaram como um importante fator dentro do sistema orgânico de produção para a manutenção da atividade

<sup>1</sup> Bióloga, Aluna de Mestrado em Biologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

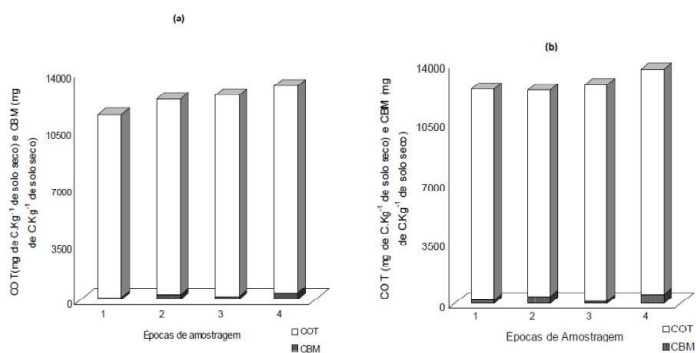
<sup>2</sup> Química, Pesquisadora Dr.ª, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Aluna do Curso de Química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia, GO.

<sup>4</sup> Farmacêutica, Técnica de nível superior II, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

heterotr fica do solo. Esta atividade, por conseguinte, aumentará a taxa de mineralização da matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes para as espécies cultivadas subsequentemente, no caso o arroz de terras altas. Durante o ciclo desta cultura foi observada uma redução nestes atributos, principalmente, na época da floração do arroz, com tendência ao restabelecimento ap s a colheita. A atividade de urease no solo (como também atividade específica de urease), enzima que catalisa reações envolvidas nas transformações biogeoquímicas do nitrogênio, não apresentou diferença significativa entre os sistemas de manejo de solo adotados, porém apresentou entre as épocas de amostragem, destacando-se no período de floração do arroz o pico de máxima atividade (Tabela 1). O solo manejado (em SPD e SPC), quando comparado ao solo sob mata nativa, apresentou redução de atividade enzimática total e de urease (Figura 1). A alta atividade heterotr fica é esperada em solos de mata, pois esta apresenta grande deposição de material orgânico no solo servindo de fonte de nutrientes para os microrganismos. No entanto, suas atividades específicas não foram maiores no solo sob mata nativa, mantiveram-se iguais às do solo manejado (Figura 1). Este fato indica que no *pool* de proteínas totais, a atividade enzimática total e a atividade de urease foram menos expressivas no solo sob mata nativa quando comparado ao solo manejado.



**Fig. 1.** Atividade enzimática total (AET, mg de DAF.  $\text{kg}^{-1}$  de solo seco. $\text{h}^{-1}$ ), AET específica (AETE, mg de DAF.  $\text{mg}^{-1}$  de proteína. $\text{h}^{-1}$ ), atividade de urease (AU, mg de  $\text{N-NH}_4^+$ . $\text{kg}^{-1}$  de solo seco. $\text{h}^{-1}$ ) e atividade específica de urease (AEU, mg de  $\text{N-NH}_4^+$ . $\text{mg}^{-1}$  de proteína. $\text{h}^{-1}$ ) do solo na camada de 0 a 10 cm de profundidade numa área em conversão para cultivo orgânico de arroz de terras altas em sistema convencional (SPC) e direto (SPD) de preparo de solo comparados ao solo de mata nativa.

**Tabela 1.** Atividade de enzimas em amostragens de solo coletado em três períodos na camada de 0 a 10 cm de profundidade numa área em conversão para cultivo orgânico de arroz de terras altas em sistema convencional (SPC) e direto (SPD) de preparo de solo. Plantio em 22/11/2004.

	Atividade Enzimática Total			AET específica		
	Época de coleta <sup>1</sup>			Época de coleta		
	1	2	3	1	2	3
SPD	135aA*	110cA	123bA	0,54aA	0,36bA	0,34bA
SPC	137aA	106cA	124bA	0,65aA	0,31cA	0,40bA
Atividade de Urease				Atividade Específica de Urease		
	Época de coleta			Época de coleta		
	1	2	3	1	2	3
SPD	5,8cA	10,6aA	8,5bA	0,025abA	0,034aA	0,023bA
SPC	6,2bA	9,4aA	8,5aA	0,031aA	0,027aA	0,026aA

<sup>(1)</sup> 1 = 13 dias antes do plantio do arroz terras altas; 2 = 79 dias após a emergência do arroz de terras altas (floração); 3 = 133 dias após a emergência do arroz de terras altas (pós-colheita).

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**CONCLUSÕES:** As atividades enzimáticas avaliadas não foram influenciadas pelo sistema de preparo de solo. SPD e SPC proporcionaram redução de AU e AET quando comparados ao solo sob mata nativa. Nas condições deste estudo, a atividade de urease apresentou pico máximo no período de floração do arroz enquanto a atividade enzimática total apresentou pico máximo no período que antecedeu ao plantio do arroz.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agrosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 19-31, 1999.

BRADFORD, M.. A rapid and sensitive method for microgram quantities of protein utilizing the principle of protein - dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 245 -248, 1976.

GHINI, R.; MENDES, M. D. L.; BETTIOL, W. Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (DAF) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade de *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, n. 3/4, p. 239-242, 1998.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, p.68-72, 1988.

## N TOTAL E C ORGÂNICO DO SOLO EM TRANSIÇÃO PARA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ARROZ DE TERRAS ALTAS (*Oriza sativa* L.) NO CERRADO

CHRISÓSTOMO <sup>1</sup>, I. G., LANNA <sup>2</sup>, A.C., GODOY <sup>3</sup>, S. G., ROSA<sup>3</sup>, J. R., DIDONET <sup>4</sup>, A. D.

**INTRODUÇÃO:** O solo é componente essencial de agroecossistemas e deve ser encarado como uma *commoditie* ambiental, de modo que sua capacidade produtiva e sua qualidade devem ser mantidas e/ou melhoradas. Suas propriedades físicas, químicas e biológicas; bem como processos relacionados a elas, devem ser preservados de maneira que o solo seja capaz de prover meio para o crescimento das plantas; de regular a distribuição da água no ambiente e de servir como um tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de produtos danosos ao ambiente (Santana & Bahia Filho, 1998; Schoenholtz et al., 2000). O aporte contínuo de resíduos vegetais na superfície do solo e, por consequência, de carbono e de nitrogênio, contribuem significativamente para a melhoria da qualidade do solo. A recuperação do teor de matéria orgânica do solo pode ser obtida pelo uso de sistemas conservacionistas de produção agrícola, que reduzem o revolvimento do solo e pela adoção de sistemas de rotação de culturas com alto aporte de resíduos ao solo. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos químicos (nitrogênio total e carbono orgânico total) do solo sob dois sistemas de manejo (SPD e SPC) em uma área de transição para o cultivo orgânico de arroz de terras altas, em sucessão a plantas de cobertura (vegetação espontânea, *Crotalaria juncea* e *Sorgo forrageiro*).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Produção Orgânica (UPPO), localizada na Estação Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás/GO. No inverno de 2004, cultivou-se sorgo forrageiro (*S. bicolor* L.) e crotalária (*C. juncea* L.), como plantas de cobertura de solo e um tratamento testemunha constituído pela vegetação espontânea. No verão de 04/05, foi cultivado o arroz de terras altas (cultivar Aimoré) em sistema de plantio direto (SPD) e convencional

<sup>1</sup>Bióloga, Aluna de Mestrado em Biologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

<sup>2</sup>Química, Pesquisadora Dr.ª, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup>Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão, Aluna do Curso de Química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia, GO.

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

(SPC). O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas e com três repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de preparo do solo, SPD e SPC e as subparcelas pelas coberturas de solo. Amostras compostas de solo da camada de 0 a 10 cm de profundidade foram coletadas nas entrelinhas de cada parcela. A porcentagem de matéria orgânica do solo foi determinada pelo método de oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal (EMBRAPA, 1997). O carbono orgânico total foi então calculado dividindo-se a quantidade de matéria orgânica pelo fator 1,72. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58% (Santos & Camargo, 1999). O nitrogênio total do solo foi determinado pela digestão ácida do solo seguida de destilação a vapor (Kjedahl) com hidróxido de sódio e titulação com solução de ácido sulfúrico (EMBRAPA, 1997). Realizou-se análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O conteúdo de nitrogênio total (NT) do solo cultivado em SPD e em SPC, e de carbono orgânico total (COT) do solo, cultivado em SPD, no sistema de produção orgânica do arroz de terras altas foi influenciado pela época de amostragem de solo durante o ciclo da cultura (Tabela 1 e 2). O maior teor de NT e de COT foi observado no período de pós-colheita do arroz, sendo que para o NT, esse aumento foi observado no solo em sucessão as três coberturas (vegetação espontânea, crotalária e sorgo forrageiro) e para o COT somente nas parcelas que foram cultivadas crotalária e sorgo forrageiro. Isto pode ser explicado, segundo Resck et al. (1991), pelo fato de o arroz ser uma cultura que deixa no solo uma elevada quantidade de resíduos orgânicos que apresentam alta relação C/N e, portanto, reduzida taxa de decomposição quando comparado a outras culturas, principalmente leguminosas. O NT aumentou 1,7 % e o COT 3,5 % no solo sob SPD em relação ao solo sob SPC (Figura 1), provavelmente devido à manutenção dos resíduos vegetais e, conseqüente, incrementos na matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio em sua superfície. Além disso, observa-se uma diminuição da atividade microbiana pela redução da temperatura e menor aeração do solo. O revolvimento do solo no SPC propicia, em geral, redução no teor de matéria orgânica. Pinheiro et al. (2003), após quatro anos de cultivo verificaram que o COT de um latossolo vermelho na camada 0-5 cm, em parcelas de cultivo mínimo e de cultivo sobre palhada de gramínea foi 63% e 91%, respectivamente, maiores quando comparados ao plantio convencional.

**Tabela 1.** Nitrogênio total (g de N. kg<sup>-1</sup> de solo seco) e Carbono orgânico total (g de C. kg<sup>-1</sup> de solo seco) em amostragens de solo coletado durante o verão de 2004/05 na camada de 0 a 10 cm de profundidade em cultivo orgânico de arroz de terras altas.

		<i>N total</i>		
<i>Sistemas de plantio</i>	<i>Plantas de cobertura</i>	<i>Período de coleta de solo<sup>1</sup></i>		
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
SPC	Vegetação Espontânea	1,76bA*	1,37cA	2,10aA
	Crotalária	1,63bA	1,46bA	2,03aA
	Sorgo	1,78bA	1,46cA	2,10aA
SPD	Vegetação Espontânea	1,61bAB	1,44bA	2,13aA
	Crotalária	1,57bB	1,56bA	2,26aA
	Sorgo	1,80bA	1,54cA	2,20aA
		<b>C orgânico total</b>		
<i>Sistemas de plantio</i>	<i>Plantas de cobertura</i>	<i>Período de coleta de solo<sup>1</sup></i>		
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
SPC	Vegetação Espontânea	12,2aA*	12,3aA	12,4aA
	Crotalária	12,0aA	12,4aA	12,8aA
	Sorgo	12,0aA	12,4aA	12,8aA
SPD	Vegetação Espontânea	12,2aA	12,6aA	13,0aA
	Crotalária	12,4bA	13,1abA	13,9aA
	Sorgo	12,0bA	12,7abA	13,3aA

<sup>(1)</sup> 1 = 13 dias antes do plantio do arroz terras altas; 2 = 79 dias após a emergência do arroz de terras altas (floração do arroz); 3 = 133 dias após a emergência do arroz de terras altas (pós-colheita arroz). \*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



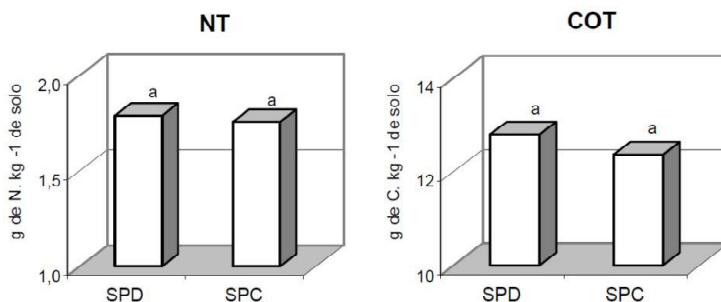


Fig. 1. C orgânico total e N total em amostragens de solo coletado durante o verão de 2004/05 na camada de 0 a 10 cm de profundidade em cultivo orgânico de arroz de terras altas em sistema convencional (SPC) e direto (SPD) de preparo de solo.

**CONCLUSÕES:** Ocorreu variação no conteúdo de NT e COT do solo de acordo com a época de amostragem. Sistemas de preparo direto do solo utilizando plantas de cobertura de solo, nas condições deste estudo, ocasionaram incrementos gradativos na matéria orgânica do solo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª edição revista e atualizada. Rio de Janeiro. 212 p.

PINHEIRO, E. F. M., PEREIRA, M. G., ANJOS, L. H. C., PALMIERI, F., SOUZA, R. C. Matéria orgânica em latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.1, p.53-56, 2003.

RESCK, D. V. S., PEREIRA, J., SILVA, J. E. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).

SANTANA, D.F. & BAHIA FILHO, A.F.C. soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: **WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE**, 16, 1998. Montpellier, França. Proceedings, Montpellier: ISSS, 1998. (CD ROOM).

SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 508 p.

SCHOENHOLTZ, S. H.; Van MIEGROET, H.; BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. **Forest Ecology and Management**, 138: 335-356, 2000.



# **Conferências**



## Adding Value To Rice Through Research

*Anna McClung<sup>1</sup>, Christine Bergman<sup>1</sup>, Ming Chen<sup>1</sup>, Wengui Yan<sup>2</sup>, and Robert Fjellstrom<sup>1</sup>*

In the 1930's the United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, established rice research programs at several locations in the US rice production areas. These programs were closely linked to research efforts conducted by state university programs that were focused on meeting the specific needs of rice producers in their state. The ARS rice research programs support these individual state activities as well as provide a critical mass of scientists to address issues that are national or regional in scope. The ARS research programs at the Dale Bumpers National Rice Research Center in Stuttgart, Arkansas and the Rice Research Unit in Beaumont, Texas include scientists from diverse disciplines like genetics, breeding, molecular biology, cytogenetics, pathology, plant physiology, and cereal chemistry. The primary focus of these programs is to develop new knowledge of the genetic control of economically important traits in rice. A benefit of having research centers located in these important rice growing regions is the close interaction with rice farmers, millers, and processors and the ability to keep current on issues that the industry faces.

These research programs have been largely focused on addressing production issues and breeding programs have been successful in developing cultivars having high yield and improved disease resistance. Fields yields in the US have steadily increased and in 2005, averaged 7392 kg/ha. Although export markets for US produced rice have fluctuated, the domestic market has been slowly growing. More and more the rice industry is focusing on the needs of the domestic market which are largely driven by quality issues including milling, processing, cooking, and nutrition. In addition to developing rice cultivars having standard acceptable quality, there is interest in developing product diversity through added value.

Some of the characteristics that are being focused on include:

- Convenience – rice which cooks quickly in the home (pre-cooked), can be used in microwaveable products, or used in frozen food products
- Flavor – aromatic rice for the basmati or jasmine markets
- Nutrition – vitamin, mineral and oil content, anti-oxidant capacity, or slow digestibility
- Visual appeal – colored rice, elongated grains, or Arborio types
- Processing quality – suitable for parboiling, canning, or instantizing

The impact of such value-added products is multifold. Instead of competing in the commodity market where the most inexpensive product gains the greatest market share, a diversity of rice qualities allows companies to broaden their market through product differentiation. Because added value cultivars need to be kept separate from commodity rice, these are usually grown under a contract developed by the industry partner (miller or processor). Although there may be stringent quality specifications, contract production of rice offers a tremendous advantage to the farmer in having an assured market and price for his crop prior to even planting it. With a contract in place, farmers have greater likelihood of receiving financing from lending institutions to help with their farming operations for the year. In addition, the farmer and processor become partners that share in the risk and the increased profit.

The ultimate recipient of added value products is the consumer. Currently, one of the fastest growing markets is the development of rice for use in convenience foods that

<sup>1</sup> United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1509 Aggie Dr., Beaumont, TX 77713

<sup>2</sup> 2890 Hwy 130 East, Stuttgart, AR 72160

are frozen, cooked and fresh packed, or pre-cooked and dried. Characteristics of rice used for these products must be suited for the specific industry partner's processing technology. Interest is developing in exploring differences in rice appearance (grain shape, color), cooked texture, and flavor (taste and smell). Although all of these differences are under genetic control, some may be more strongly affected by processing (eg. texture) than others (eg. color). In addition, the market for organically produced foods is growing by some 20% per year. Consumers perceive that organic rice has enhanced nutritional quality and results in a reduced impact on the environment. Identifying "heirloom" cultivars (varieties that were grown prior to the high input agricultural system of today) that are well suited for organic production is an important need of organic farmers. Thus, there is a tremendous opportunity for the research and breeding communities to develop new products and new knowledge that will help sustain these new added value markets.

Because amylose content is a key-determinant of the firmness and texture of cooked rice, our lab has been involved in developing genetic markers associated with this important trait. Several studies have shown that the rice *Waxy* gene is the primary factor controlling grain amylose content. The rice *Waxy* gene has 12 exons, which are the regions of the gene that encode the granule-bound starch synthase enzyme in rice. Studies on DNA sequence variation in the rice *Waxy* gene have shown that two DNA sequence changes in the *Waxy* gene account for nearly 90% of the variation seen between low (6-18% amylose), intermediate (19-23% amylose), and high (> 23%) amylose content in a diverse collection of rice accessions (Ayres et al., 1997, Bergman et al., 2000, Bergman et al., 2001, and Larkin and Park, 2003). While low amylose rice is seen to have a mutation in exon 1 of the *Waxy* gene, intermediate amylose accessions have an alternative mutation in exon 6 of *Waxy* (Fjellstrom et al., 2006). Evidently, these mutations affect the amount of amylose produced in the rice grain, and markers we have developed for detecting the presence of these mutations allow the efficient selection of amylose content in rice breeding efforts.

Starch pasting properties, evaluated by RVA viscosity measurements, are also affected by rice amylose content. Some cultivars with high amylose content (> 23%) are known to have (strong) RVA profiles that have relatively low breakdown and high setback (Larkin et al. 2003) (Figure 1.). Cultivars with this type of pasting property (eg. Dixiebelle, PI 595900) are known to have firmer cooked rice texture as well as increased grain integrity and lower starch solids loss following parboiling as compared to intermediate amylose cultivars (eg. Cypress, PI 561734). Our studies have shown, in addition to the sequence changes in exons 1 and 6 of the rice *Waxy* gene which control amylose content, a sequence change in exon 10 of the rice *Waxy* gene is responsible for strong RVA pasting viscosities found in some high amylose rice accessions. We have developed a genetic marker for detecting this DNA sequence change in the rice *Waxy* gene, making it possible to use this marker to readily identify and select for strong RVA profiles that are indicative of processing quality desired by the parboiling and canning industries. These markers have been used in the development of such rice cultivars as Bolivar (PI 628791) (McClung, et al. 2003) and Sabine (PI 636466) (McClung et al., 2005) that are tailored for use by these industries. In addition, genetic markers were used to incorporate a unique allele of the *Waxy* gene from international germplasm into commercially adapted US cultivars for the development of a series of new varieties (Cadet [PI605712], Jacinto [PI605713], Cala [PI633972], and Hidalgo [PI633973]) that, when processed using proprietary technology of an industry partner, produce a brown rice that cooks in 10 minutes (instead of the usual 45 minutes). These are demonstrations of how marker assisted selection can be used to deliver innovative rice products to consumers that combine convenience and nutritional quality.

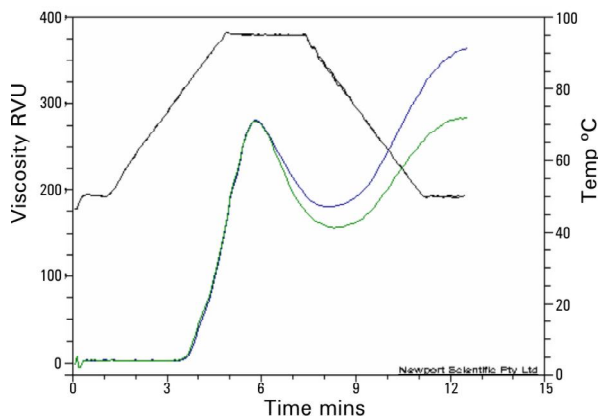


Fig. 1. Examples of RVA profile of conventional long grain rice cv. Cypress (green lower line) having intermediate amylose content (22%) as compared with cv. Dixie Belle.

Another specialty market class is waxy (or sweet) rice. The starch of waxy cultivars is made up of only amylopectin and is lacking any amylose. Because waxy rice cultivars are extremely sticky and gummy when cooked, they are frequently used in dessert products. Over the last several years, waxy rice flour and starch are being used increasingly as an ingredient in no-fat and low-fat food products (eg. yogurt, salad dressing, pudding, etc). The RVA profiles of two of the waxy cultivars commercially produced in the US (Neches [PI633725] and CM 101 [PI494104]) demonstrate their unique pasting properties as compared to the conventional US long grain, Cypress (Figure 2.). Sato and Nishio (2003) demonstrated that mutations at various sites in the *Waxy* gene are responsible for the waxy phenotype. As a result, no microsatellite marker has been developed that distinguishes the waxy phenotype and thus, this trait must be selected for using visual and standard analytical chemistry methods.

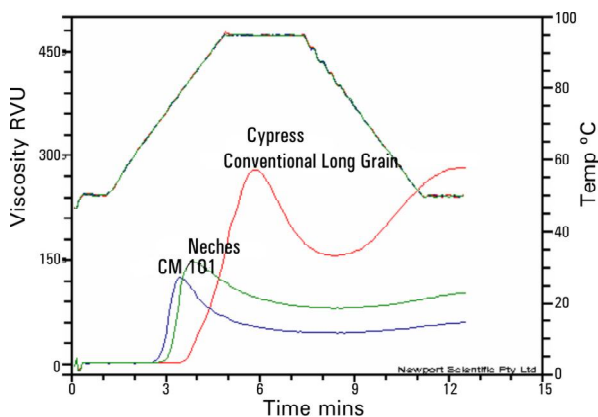
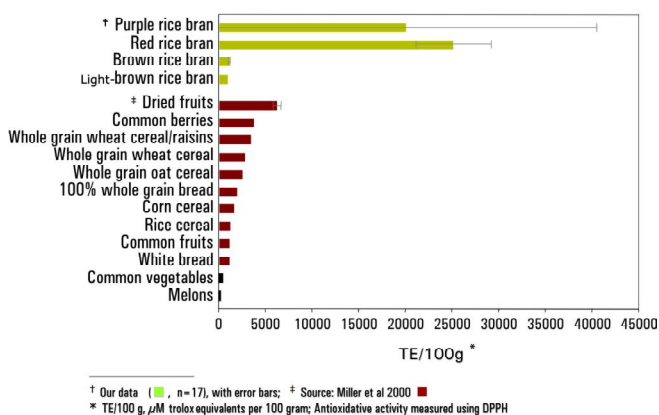


Fig. 2. RVA viscosity profiles of waxy rice cultivars Neches and CM 101 as compared with long grain cultivar Cypress (22% amylose).

The increasing awareness of the health benefit of consuming whole-grain cereal is primarily due to the bran layer which contains high mineral contents, and potential health-beneficial dietary fibers and phytonutrients. Rice bran contains various phytonutrient fractions including phenolics (simple phenolics and tannins), vitamin E (tocopherols and

tocotrienols), and gamma-oryzanol (Goffman and Bergman, 2004; Chen and Bergman, 2006). These phytonutrients are bioactive compounds that reportedly provide protection against degenerative diseases, including cancer and cardiovascular diseases. These proposed protective abilities have been attributed to their antioxidant activity. In addition, tocotrienols and gamma-oryzanol fractions were reported to reduce cholesterol synthesis and lower serum cholesterol level, respectively. They are also one of the principal ingredients that protect food quality by preventing oxidative deterioration of lipids. We have performed a significant amount of research designed to document the levels of the gamma-oryzanol fraction, tocopherols, tocotrienols and phenolics in the bran of rice from around the world. The amount of tocopherols plus tocotrienols was found to range from 170 to 470  $\mu\text{g/g}$  while the gamma-oryzanol fraction varied from 2.8 to 6.5 mg/g (Bergman and Xu, 2003; Bergman and Chen, 2006). In terms of total phenolics, this group of world cultivars ranged from 3.1 to 45.4 mg gallic acid equivalents (GAE) g<sup>-1</sup> bran and from 10.0 to 345.3  $\mu\text{M}$  trolox equivalents (TE) g<sup>-1</sup> bran for total antiradical efficiency. Cultivars, in general, with red and purple bran have higher (up to 20 times) total phenolics content and antioxidant capacity than light-brown rice, i.e. typical US consumed rice (Figure 3). Variation does exist among rice accessions with similar colored bran. All of these rice bran fractions having potential health-beneficial impact were found to be significantly effected by genetics and growing environment (Goffman and Bergman 2004, Bergman and Chen 2006). Thus, the ability to improve these phytonutrient contents through traditional and marker-assisted breeding methods seems feasible. In addition, cultivars like HB-1 (IRRI) and IAC 600 (C. Bastos, Instituto Agronomico Campinas) have been identified that have deeply pigmented purple bran and have good yield potential for production in the southern US.

### Antioxidant Activity of Foods vs. Rice Bran



**Fig. 3.** Comparison of anti-oxidant activity of pigmented rice bran cultivars as compared with other foods (from Goffman and Bergman).

The market for organic food products is growing at a rate of 20% a year in the US with a similar demand being seen in the organic rice market. Over the last several years, we have evaluated rice cultivars for production potential under organic management. We have identified conventional medium grain and long grain cultivars that have high economic value as well as specialty cultivars (i.e. Jasmine 85) that were introduced from other countries that excellent potential in the southern US (Figure 4). In addition, we have partnered with entrepreneurs that have developed a niche market for organically produced "heirloom" varieties, like Carolina Gold (Select) (PI 636345). Carolina Gold is considered



to be the foundation from which the US rice industry developed, being grown very successfully in the 1600's. We used molecular markers to help purify a sample of Carolina Gold that traced to the original introduction of the cultivar. Carolina Gold Select is currently being grown under contract using organic management, comparable to production practices prior to the industrial revolution, and is being marketed to up-scale restaurants specializing in historically authentic cuisine.

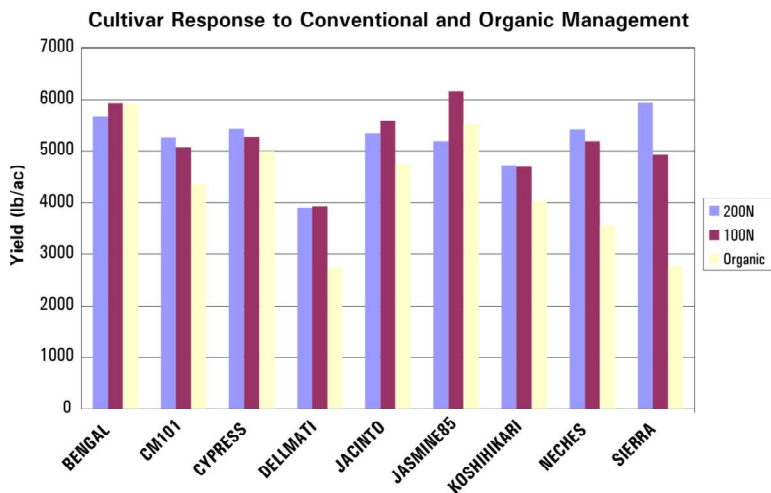


Fig. 4. Yield response averaged over three years in Beaumont, TX of southern US rice cultivars to production under conventional management using standard recommended nitrogen inputs (200N), 50% of recommended nitrogen (100N), or only organic inputs.

A small set of microsatellite markers have been developed by our lab that can distinguish all of the rice cultivars that are grown commercially in the US. Table 1 shows an example of eleven current commercial cultivars as compared with the cultivar Bluebonnet which was developed and released in the US in 1944 and was well known for its excellent grain quality. Such fingerprint technology is particularly useful to the specialty rice industry to assure the end-user that the shipment of rice that has been received is the cultivar requested, possessing the unique properties that they wish to market. These markers can also detect if the shipment is mixed with other cultivars (i.e. the markers are heterogeneous) that may impact the end product quality.

Table 1. Example of microsatellite markers identified on 12 chromosomes of rice that can be used as unique fingerprints to distinguish among rice cultivars.

Chromosome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variety	MRG 339	RM 266	RM 232	MRG-359	RM 249	RM 190	RM 214	RM 210	RM 219	RM 304	RM 224	MRG 6102
BENGAL	126	119	140	167	145	120	146	146	201	157	120	167
BLUEBONNET	140	119	156	161	123	124	144	158	191	161	155	174
CADET	126	119	156	165	123	120	132	150	191	161	139	174
CALROSE	128	119	154	169	145	122	146	150	193	157	120	174
CM101	128	121	154	169	145	118	146	160	199	151	120	174
COCODRIE	126	119	154	157	123	124	146	158	189:193	126	139	174
CYPRESS	126	119	154	161	123	124	146	136	189	161	139	174
DELLMATI	126	123	156	161	117	124	146	150	189	-	128	174
DIXIEBELLE	126	119	156	161	117	105	146	142	193	161	155	174
JASMINE 85	126	121	145	182	119	118	110	152	230	-	155	187
KOSHIIKARI	136	139	152	169	125	118	146	150	199	162	120	167
NECHES	126	119	156	161	117	124	152	146	191	161	139	174

For over a half century US rice breeders have endeavored to develop long, medium, and short grain cultivars that meet stringent criteria for grain dimensions and cooking and milling quality. With interest in product diversity that can establish specialty markets, breeders are challenged to explore what genetic variability exists that may be eliminated or overlooked in breeding for conventional market classes. The USDA Agriculture Research Service curates over 18,000 rice accessions that have been collected from 115 countries during the last century. A core subset of some 1700 accessions, representing 10% of the whole collection, has been established as a means of assessing the diversity within the rice germplasm that is in the US. An assessment of the core using markers associated with RM 190 of the *Waxy* gene demonstrates that 14 different marker alleles are present (McClung et al., 2004) (Table 2). Six of these alleles are quite rare, occurring in less than 1% of the accessions. Although the apparent amylose content of these rare alleles is not particularly unique, further research is required to determine if differences in cooking, processing, or sensory properties can be detected. In addition, the markers demonstrated that over 8% of the core collection was heterogeneous for the RM190 marker, indicating that these accessions are landraces or admixtures. Such information is important to breeders interested in using germplasm in their cultivar development program. This demonstrates how molecular marker technology can be used to identify genetic differences that may not be apparent from other routine analytical methods that may impact research efforts.

**Table 2.** Diversity of RM 190 microsatellite marker alleles (base pairs and CT repeats) for 1612 accessions of the USDA rice core collection, apparent amylose content, frequency of occurrence, and global origin.

<i>Waxy</i> base pairs	<i>Waxy</i> CTs	<i>App. Amylose</i> <i>Pct.</i>	<i>Number</i>	<i>Frequency</i>	<i>Predominant</i> <i>Region</i>
99	8	26.3	95	5.8	Subcontinent
103	10	24.7	122	7.6	Subcontinent
105	11	24.8	322	19.9	China, South America, Subcontinent
107	12	24.2	5	0.31	Diverse
110	13	24.4	7	0.43	Diverse
112	14	23.3	14	0.87	Africa, Americas
114	15	20.1	6	0.37	Diverse
116	16	22.4	72	4.5	Africa, South America
118	17	19.4	246	15.3	North Pacific
120	18	17.9	396	24.6	Western Europe, Africa, South America
122	19	19.9	70	4.3	Australia, Africa, South America
124	20	21.6	121	7.5	Africa, Americas
126	21	20.6	3	0.18	South America, Western Europe
128	22	21.1	1	0.06	South Pacific
Heterogeneous		-	132	8.2	
Total			1612		

The changing global marketplace has resulted in the loss of some traditional US rice export markets but the opening of a diversity of new specialty markets. These new domestic markets require an expansion of breeding research from just targeting traits that are necessary for a bulk commodity (i.e. yield, milling quality, and pest resistance) to characteristics that add value and lead to product differentiation. Genomic technology is allowing researchers to better understand the contribution of genetic and environmental factors on rice phenotype. Genomic information coupled with the shift in market demands is facilitating the development and use of marker assisted breeding for value added traits in rice. It is crucial that breeders work closely with industry end users to develop rice cultivars that will meet the new criteria for these specialty markets. Molecular markers are helping breeders develop such novel products faster and more effectively than ever before offering new opportunities for research and product innovation that increase consumer satisfaction.

## References

- Ayres, N. M., A. M. McClung, P. D. Larkin, H. F. J. Bligh, C. A. Jones and W. D., Park. 1997. Microsatellites and a single-nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germ plasm. *Theoretical and Applied Genetics* 94, 773-781.
- Bergman, C.J. and M.-H. Chen 2006. Genotype and environment effects on the tocotrienol, tocopherol, and gamma-oryzanol fractions of an international rice germplasm collection. Rice Technical Working Group Symposium Report, Houston, TX.
- Bergman, C.J., J.T. Delgado, A.M. McClung, and R.G. Fjellstrom. 2001. An improved method for using a microsatellite in the rice waxy gene to determine amylose class. *Cereal Chemistry* 78, 257–260.
- Bergman, C. J., R. G. Fjellstrom and A. M. McClung. 2000. Association between amylose content and a microsatellite across exotic rice germplasm. Fourth International Rice Genetics Symposium. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Bergman, C. and Z. Xu. 2003. Genotype and environmental effects on the tocopherol, tocotrienol, and gamma-oryzanol fraction of southern U.S. rice. *Cereal Chemistry* 80, 446-449.
- Chen, M.-H. and C. J. Bergman. 2005. A rapid procedure for analyzing rice bran tocopherol, tocotrienol and gamma-oryzanol contents. *J. Food Composition and Analysis* 18, 139-151.
- Fjellstrom, R.G., W. Yan, M.H. Chen, R.J. Bryant, H.E. Bockelman, and A.M. McClung. 2006. Genotypic and phenotypic assessment of the NSGC Rice Core Collection for amylose content and alkali spreading value. Rice Technical Working Group Meeting Proceedings, February 29-March 1, 2006, Houston, Texas. 2006 CDROM.
- Goffman, F. D. and C. J. Bergman, 2004. Rice kernel phenolic content and its relationship with antiradical efficiency. *J. Science of Food and Agriculture* 84, 1235-1240.
- Larkin, P.D., A.M. McClung, N.M. Ayres, and W.D. Park. 2003. The effect of the Waxy locus (granule bound starch synthase) on pasting curve characteristics in specialty rices (*Oryza sativa* L.). *Euphytica* 131:243-253.
- Larkin, P. D. and W. D. Park. 2003. Association of *waxy* gene single nucleotide polymorphisms with starch characteristics in rice (*Oryza sativa* L.). *Molecular Breeding* 12, 335-339.
- McClung, A.M., C.J. Bergman, R.G. Fjellstrom, and M.A. Marchetti. 2004. Registration of 'Bolivar' rice. *Crop Sci.* 44:353-355.
- McClung, A.M., M. Chen, H.E. Bockelman, R.J. Bryant, W. Yan, and R.G. Fjellstrom. 2004. Characterization of a core collection of rice germplasm and elite breeding lines in the US with genetic markers associated with cooking quality. Proceedings, 2nd International Rice Functional Genomics Conference, Tucson, Arizona. p. 127.
- McClung, A.M., 2005. New release of 'Sabine' rice for the processing industry. Rice Production Update. p. 1.
- Sato, Y. and T. Nishio. 2003 Mutation detection in rice waxy mutants by PCR-RF-SSCP. *Theor. Applied Genetics* 107:560-567.

## Functional Rice Production System

Sigeharu Kanemoto. Technical Division. Satake

The world production of each one of the three major crops is 600 million tons (Figura 1).

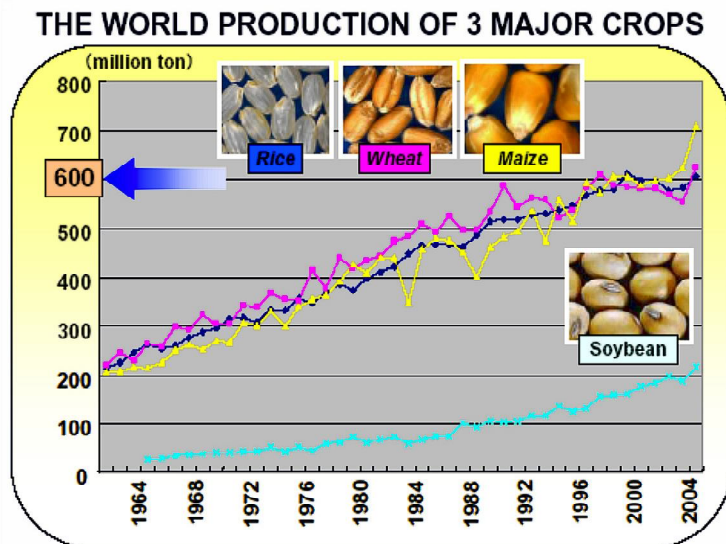


Fig. 1. Maize, rice, soybean and wheat World production.

Rice is a staple food for half of the 6.3 billion world population. Also, 93% of rice is produced in Asian countries. Japan produces 9 million tons of rice per year.

In 1896, the founder of the Satake Corporation, Mr. Riichi Satake, grandfather of the current chairman, Mrs. Toshiko Satake, invented and began the production of Japan's first power driven rice milling machine. In the one hundred years since, a succession of successful developments and a wealth of accumulated research and knowledge have made Satake the world leader in grain processing systems. Satake produces a comprehensive range of individual machines, integrated systems and totally engineered solutions for the processing of rice, wheat and other cereal grains.

Satake Business Sectors include Rice, Wheat, Maize and Bean processing technology as shown in Figura 2. The Satake Scan Master can be applied for, not only rice, but also other grains. Based on rice milling technology Satake has developed new systems in the wheat and maize processing sectors called "PeriTec" and "Degermer", respectively, also developed a biomass gasification power plant as a recycling system. Satake is developing for rice growers to rice consumers a full range of equipment and processes (Figura 3). We take advantage of rice processing by products such as husks, bran, germ and broken grain by engineering plants for husk gasification power, bran oil extraction, animal feed and rice flour etc.

Based on the data shown in Figura 4, Japanese per capita rice consumption decreased from 118.3 kg/year in 1962 to 59.7kg /year in 2005. We believe the major reason for this change is the shift in Japanese diet from a traditional diet based on rice, soybean and fish to a western diet based on bread, meat, eggs and dairy products.

### OUR BUSINESS SECTOR

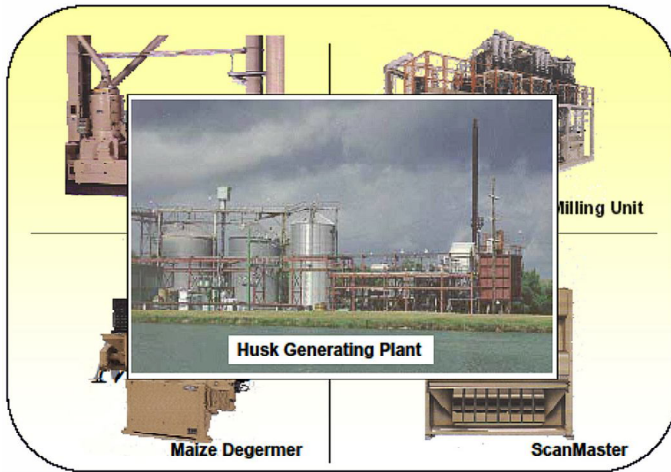


Fig. 2. Satake Business Sectors.

### DEVELOPMENT CONCEPTS FOR RICE PROCESSING

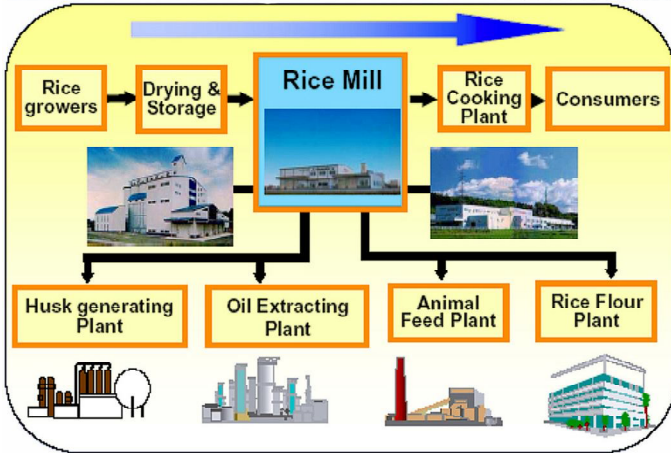


Fig. 3. Satake's equipment and processes.

### JAPANESE RICE CONSUMPTION

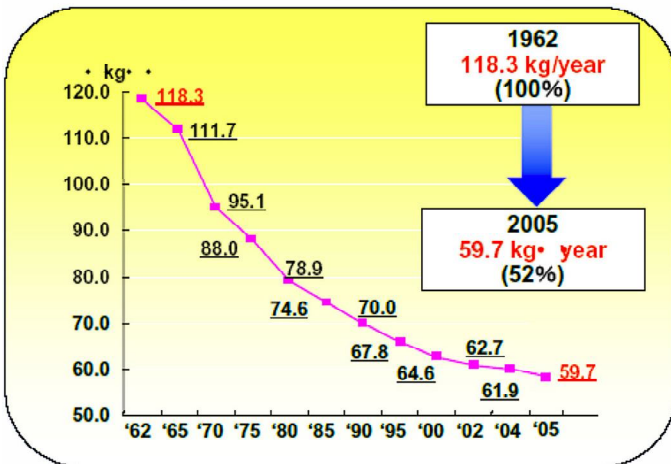


Fig. 4. Japanese rice consumption (Kg/year) decrease rate from 1962 to 2005.

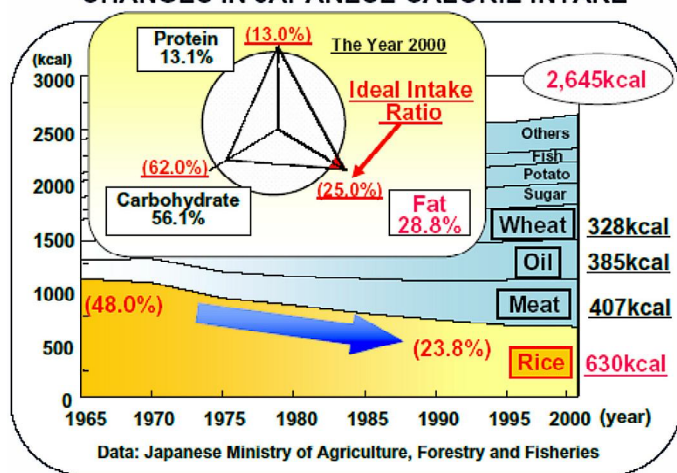
Japanese social background is described in Table 1. Today, the average life expectancy in Japan extends to over 80 years. However, Japanese has more risk to be infected by cancer, heart diseases and diabetes. The foods are required for the prevention of life style related diseases.

**Table 1.** Japanese request on foods reduced low density lipoprotein (LDL) oil.

THIRD FUNCTION REQUESTED ON FOODS [PREVENTION OF LIFE STYLE RELATED DISEASES]			
	Year 1947		Year 1998
Average Life Expectancy	Male	50.06	Male 77.16
	Female	53.96	Female 84.01
Main Causes of Death	Tuberculosis Respiratory Infection Gastroenteritis		Cancer Heart Disease Cerebral Disease
Function of Food	Nutrition (Primary Function)		Nutrition (Primary) Taste (Secondary) Prevention (Third Function)

There was a change in Japanese per capita calorie intake and in types of food source in the year 2000 (Figura 5). As we can see, the calorie intake from rice has decreased to 23.8%, and, on the other hand, the calories taken from meat and oil are increasing. The ideal nutritional balance of Japanese people is 13.0% protein, 25.0% fat and 62.0% carbohydrates. However, the proportion of fat intake has been exceeding the ideal level, and obesity and high cholesterol are becoming to be a big problem. As a result, traditional "Japanese Style Diet" based on rice is being re-valuated, and it is becoming a major task to develop new rice products with the goal of increasing rice consumption in Japan.

### CHANGES IN JAPANESE CALORIE INTAKE



**Fig. 5.** Japanese calories intake decrease rate from year 1965 to 2000.

Recently, a new product category called "Functional Oil" (Figura 6) is established in Japan. Such demand is based on the prevention of obesity and high cholesterol, which are life style related diseases. Since Healthy Econa Cooking Oil (Kao Corporation) has been approved by Japanese government for Food for Specific Health Use (FOSHU), the functional oil products are sold under the name of Healthy Fatty Acid Balance (Nishin Oillio) and Healthy Sarara (J-Oil Mills).



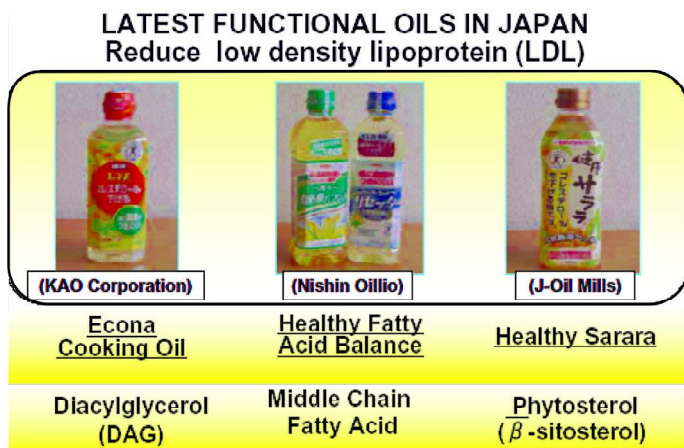


Fig. 6. Example of functional reduced.

In Japan, consumers have three major demands, which are “safe, secure and tasty,” “easy cooking and convenient” and “natural and functional.” Especially in Japan, since rice is our staple food, the development of “natural and functional” rice product is a key development theme. Table 2 shows the Japanese consumer’s trend on rice.

Table 2. Japanese demands for rice in Japan.

**LATEST CONSUMERS' DEMANDS FOR RICE IN JAPAN**

- 1. Safety, Peace of Mind and Tasty (Gourmet Consciousness)**
- 2. Easy Cooking and Convenience (Rinse Free Rice, Sterilized Rice, etc.)**
- 3. Natural and Functional Foods (Third Function) (Effective use of by-products)**

Therefore, Satake developed systems to produce rice with the third function, such as Germinated Brown Rice production system, Functional Coated Rice production system and Functional Pellet Rice production system enhancing the functional component of rice grains (Figura 7).

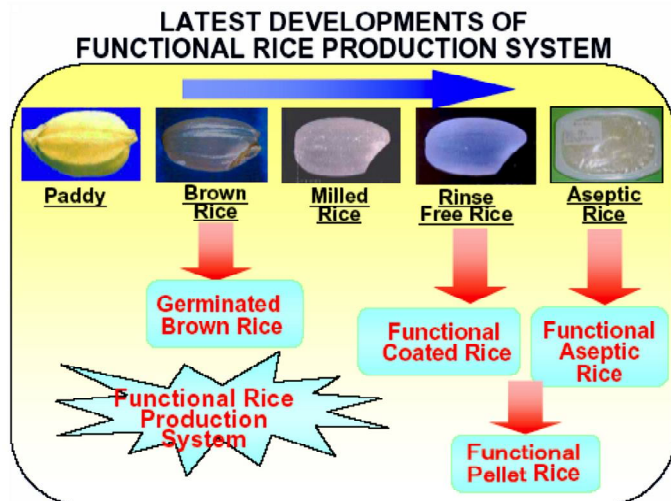


Fig. 7. Sarake’s Functional rice production system.

Furthermore, we have also developed Aseptic Rice production system to help customers consume these rice products conveniently and with good taste.

The brown rice contains necessary nutrition (vitamins and minerals), abundant anti-oxidant substances and dietary fiber, hence their effects to prevent life style related diseases (third function) (Figure 8). However, the problem of brown rice is its difficulty in cooking, the bad taste and digestibility. Therefore, Satake developed system to produce Germinated Brown Rice. Germinated brown rice can be produced by steeping high-quality brown rice in water for starting to germinate (Figure 9). Grain rice germinating is the equivalent of being "pregnant:" The enzymes that lie dormant in the rice become activated to their fullest extent. Germinated brown rice facilitates easy cooking, good taste, good digestibility and a high nutritive value. Germinated brown rice can be produced using both long and medium-grain. Figure 10 summarizes the functional components in germinated brown rice and their physiological effects.  $\gamma$ -Amino Butyric Acid (GABA) has effect over hypertension and diabetes. Phytic acid and inositol are said to have an effect to prevent cancers. Potassium and magnesium have an effect to prevent heart diseases and hypertension.

### BROWN RICE FOR HEALTHY FOOD

	Carbo- hydrate (g)	Protein (g)	Fat (g)	Vitamins (mg)			Minerals (mg)			Dietary Fiber (g)
				Vitamin B1	Vitamin B2	Vitamin E	Calcium	Magnesium	Zinc	
Brown Rice	73.8	6.8	2.7	0.41	0.04	1.3	9	110	1.8	3.0
White Rice	77.1	6.1	0.9	0.08	0.02	0.2	5	23	1.4	0.5

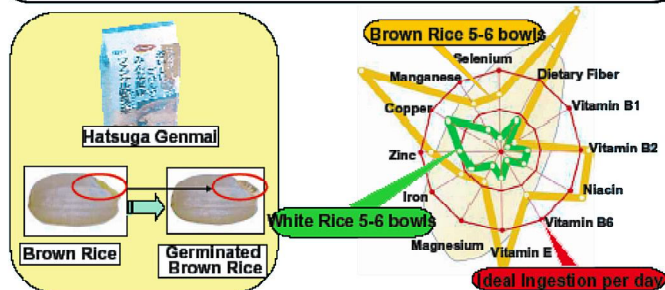


Fig. 8. Nutritional contents of brown rice.

### DEVELOPMENTS OF GERMINATED BROWN RICE

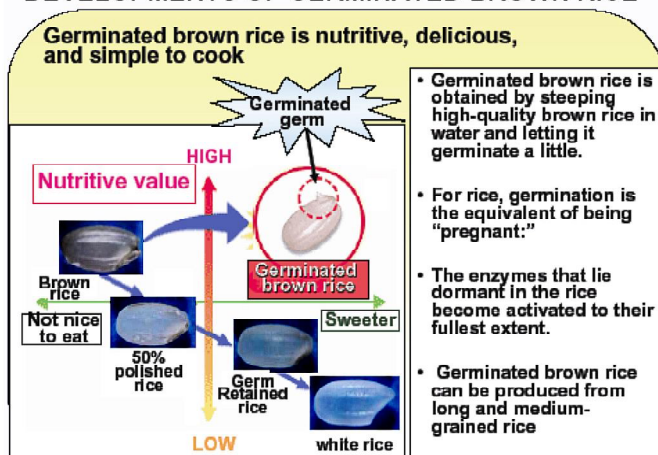


Fig. 9. Satake's process scheme to develop germinated brown rice.



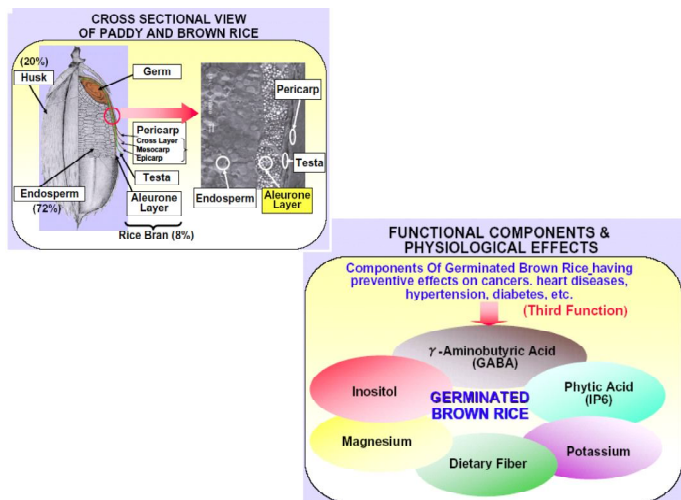


Fig. 10. Components of germinated brown rice.

Germinated brown rice is low in Glycemic Index (GI) value and has anti-hypertensive effect (Figure 11). GI value is an index that represents the increase of blood sugar after eating. Foods with high GI value increase more the blood sugar and it requires more insulin.

### GI VALUE AND EFFECT ON ANTI-HYPERTENSION

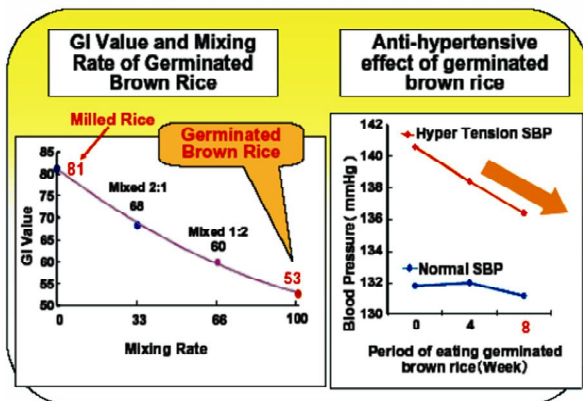


Fig. 11. Germinated Brown rice Glycemic Index (GI) value and has anti-hypertensive effect.

Germinated Brown Rice production system (Figure 12) consist of soaking brown rice in a soaking tank after it be cleaned. By adequately controlling the soaking time and water temperature in this section  $\gamma$ -Aminobutyric Acid is generated in the brown rice grain. Later, this grain is steamed and dried to 15% or below moisture content and made into Germinated Brown Rice. Satake designed and manufactured two factories for Germinated Brown Rice in Japan.

We learned that most of the active functional components are inherent in the germinated brown rice. Our challenge should be how to add those active functional components to ordinary milled rice without reducing the taste and digestion. Our conclusion is that we have to utilize the By-Products, so that consumers can eat tasty rice and take full advantage of the nutrition from brown rice. The summary of manufacturing value-added products from rice milling plant can be seen in Figure 13. The by-products will be presented here in more detail.

**GERMINATED BROWN RICE PRODUCTION SYSTEM**

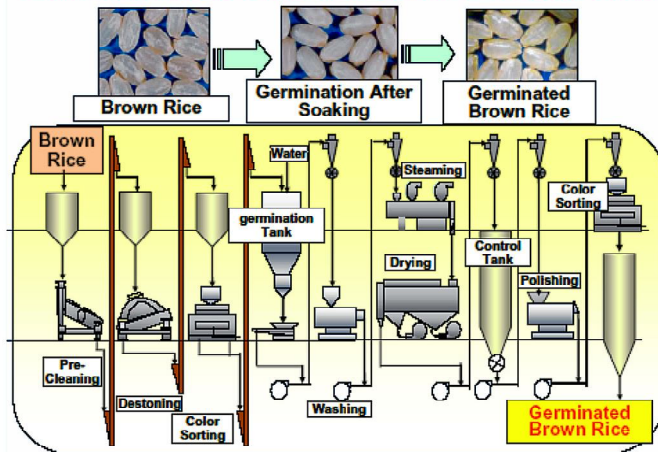


Fig. 12. Germinated brown rice production system.

**PRODUCTION OF VALUE ADDED PRODUCTS**

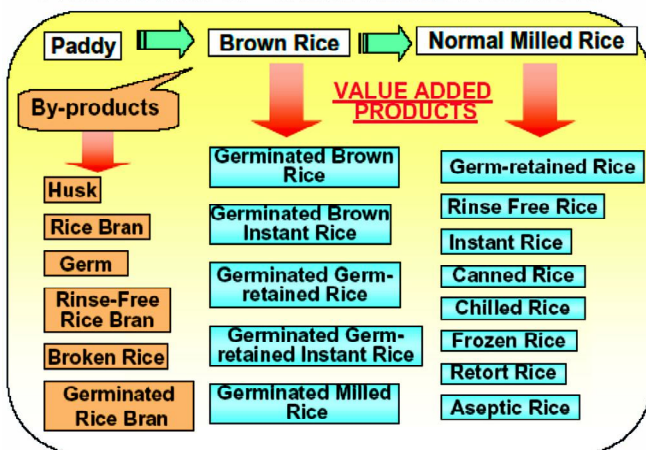


Fig. 13. Summary of manufacturing value-added products from rice milling.

The cross sectional view of paddy and brown rice is represented in Figure 14. The structure of paddy consists of husk (20%), rice bran (8%) and endosperm (72%). Brown rice consists of approximately 5 to 6% of pericarp and testa, 2 to 3% germ, 2% aleurone layer and 90 to 91% endosperm. Inside pericarp and testa, aleurone layer is forming brick like layers. The thickness of the layer is generally 60 $\mu$ m at the back, 13 $\mu$ m at the side and 27 $\mu$ m at the belly side.

**CROSS SECTIONAL VIEW OF PADDY AND BROWN RICE**

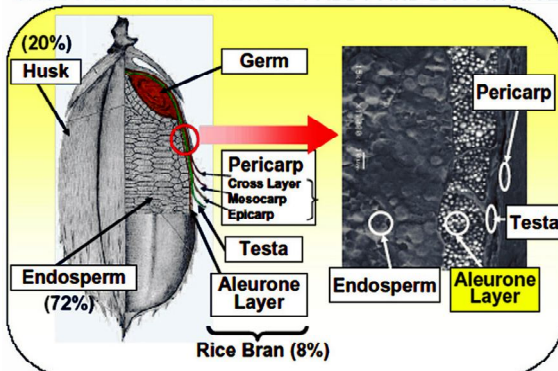


Fig. 14. Cross section view of paddy and brown rice.

Consumers today prefer rice which is simple to cook. Having this preference in mind, in the year 2000 Satake developed a Rinse Free Rice Producing system called NTWP. As shown in Figure 15 the By-Products taken out from rice milling system to NTWP are rice bran, germ, rinse free rice bran and broken rice. The rice germ is separated from rice bran out of milling system. Figure 16 represents Rice Germ Separating System. First, GABA, which is rich in germinated brown rice product is enhanced and extracted from rice germ. As you can see from Figure 17, the amount of GABA in the germ significantly increases after several minutes, and reaches its peak after 4 to 5 hours that grain has been soaked in water, at optimum temperature of 40OC. This GABA increases by glutaminic acid transformation due to the effect of pyridoxal phosphate, at optimum moisture content, temperature and oxygen concentration.

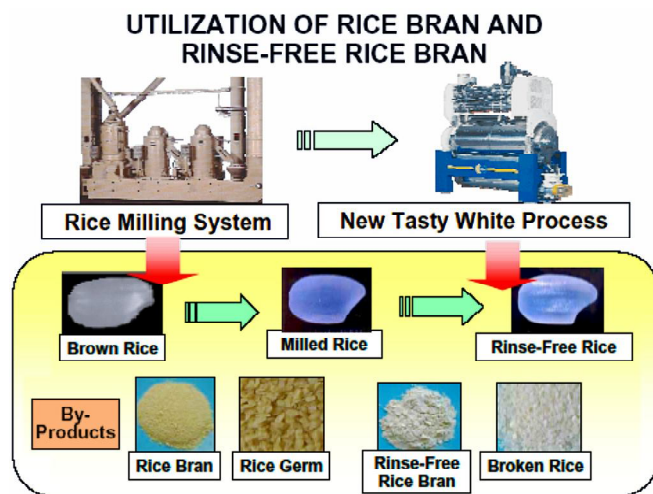


Fig. 15. By Products taken system.

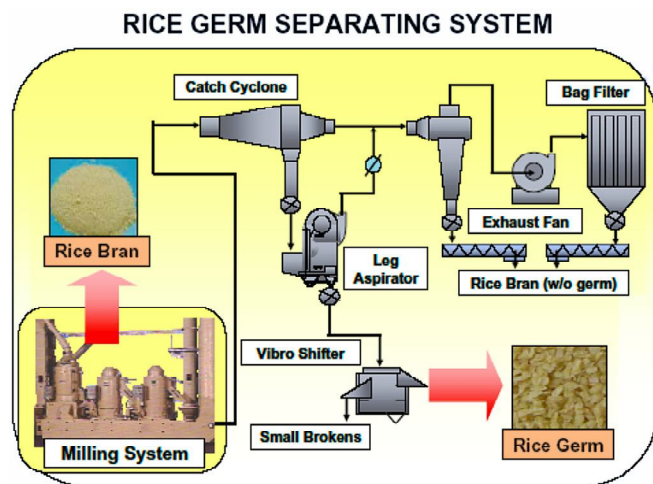


Fig. 16. Rice Germ Separating System.

## SOAKING TIME AND AMOUNT OF GABA

Pyridoxal Phosphate  
(Removal of carbonic acid enzyme)

Glutamine Acid of Germ  
( $\text{HOOC} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHNH}_2 \cdot \text{COOH}$ )

$\gamma$ -Aminobutyric Acid  
~GABA~  
( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ )

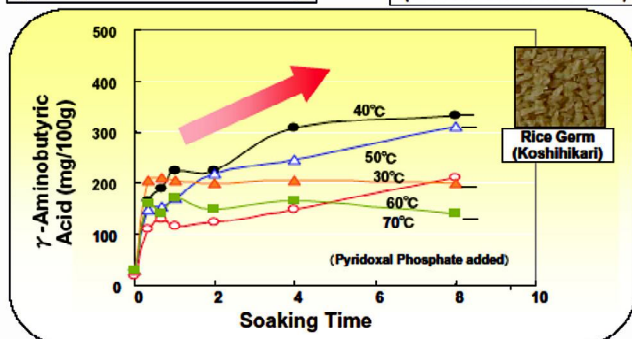


Fig. 17. GABA increase rate by time soaking.

The By-Products from refining process are gums, soap stock, bran wax and deodorant scum. As shown in the chart, rice bran oil contains many impurities (gums) which are removed by adding water to the crude oil (de-gum). Further, this crude oil contains isolated fatty acid, orizanol, pigment and heavy metal elements (soap stock) in trace (Figure 18). Later, high-melting point wax (bran wax) is removed by heating (20 to 25) to de-wax, and pigments are also removed by adding activated clay (discoloration). Furthermore, for cold-proof salad oil, low-melting point wax and solid fat is removed (wintering). Finally, odorant component (odorant scum) is removed by steam distilling within high temperature and vacuum state (deodorization), and refined to obtain final product.

## FUNCTIONAL COMPONENTS IN CRUDE OIL

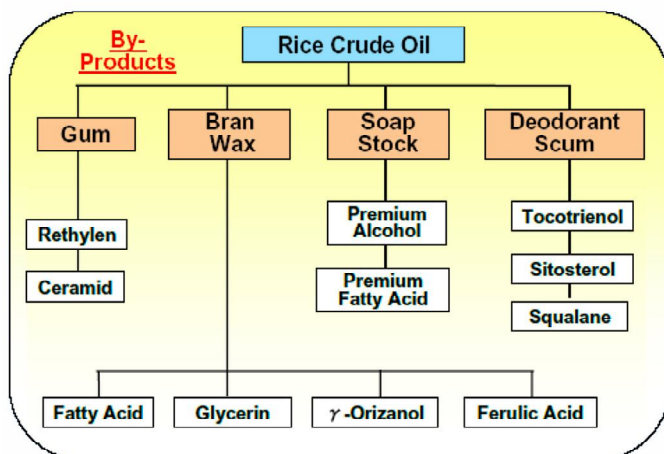


Fig. 18. Functional components in crude oil.

Some by-Products from refining process of rice bran oil such as gum, rice bran wax, soap stock, deodorant scum can be isolated. Various functional components can be extracted from these by-Products (Figure 19). For instance, lecithin and ceramide are produced from gums, high quality fat and alcohol from wax,  $\gamma$ -orizanol, ferulic acid, glycerin and fatty acid from soap stock, and also from deodorant scum, tocopherol and sterol can be isolated.

### BY-PRODUCTS FROM CHEMICAL OIL EXTRACTION AND REFINING

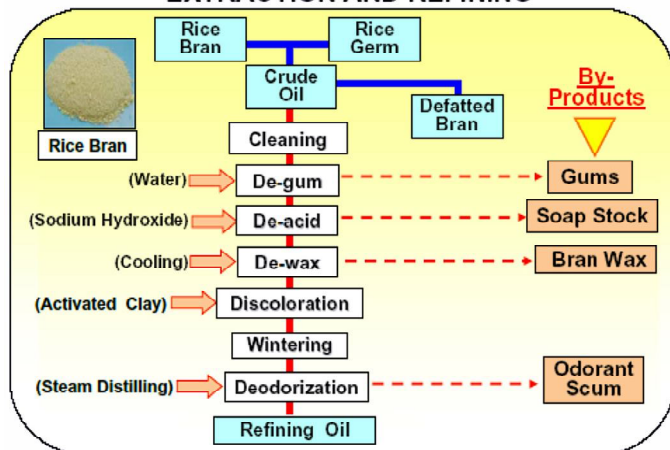


Fig. 19. Functional components extracted from rice by products.

The functional components (Table 3) contained in rice bran oil has anti-oxidation effect to active oxygen, and has preventive and curative effects on life style related diseases (third function). Gama-Oryzanol is a unique bio-activation component in rice oil , which has preventive effects on arteriosclerosis and hyperlipidemia. Tocotrienol is a kind of vitamin E, which has strong anti-oxidation effect. It is also called "Super Vitamin E". Plant Sterol prevents the absorption of bad cholesterols (LDL), but is ineffective in good cholesterols (HDL). Defatted rice bran also contains various functional components that work as antioxidant in human body (Figure 20). Defatted bran is generally used as animal feed, but the bran contains rich inositol, phytin and phytic acid (IP6) (Table 4). Also, these functional components contained in defatted bran has anti-oxidation effect to active oxygen, and has preventive and curative effects on life style related diseases (third function). Inositol is a vitamin B complex, which is effective for fatty liver and arteriosclerosis. Phytin are used on meat, fish and oils as natural anti-oxidation. It absorbs ultra violet rays, and is used for cosmetics. Especially , phytic acid (IP6) has anti-cancer effect . Gama-Aminobutylic Acid is effective for preventing hypertension, acylglycerol, menopausal disorders and aging. The samples of functional components from rice bran oil and defatted bran can be seen in figure 21. The structures of phytic acid and inositol is shown in figure 22. As we can see, such nutrition has some physiological effects for human beings.

Table 3. Rice bran oil functional components.

#### EFFECTS OF FUNCTIONAL COMPONENTS IN CRUDE OIL

##### 1. $\gamma$ -Oryzanol

A unique bio-activation component in rice oil that has preventive effects on arteriosclerosis and hyperlipidemia.

##### 2. Tocotrienol

A kind of vitamin E that has strong anti-oxidation effect. It is also called "Super Vitamin E" .

##### 3. Plant Sterol

Prevents the absorption of bad cholesterols (LDL), but is ineffective on good cholesterols (HDL).



## FUNCTIONAL COMPONENTS IN DEFATTED BRAN

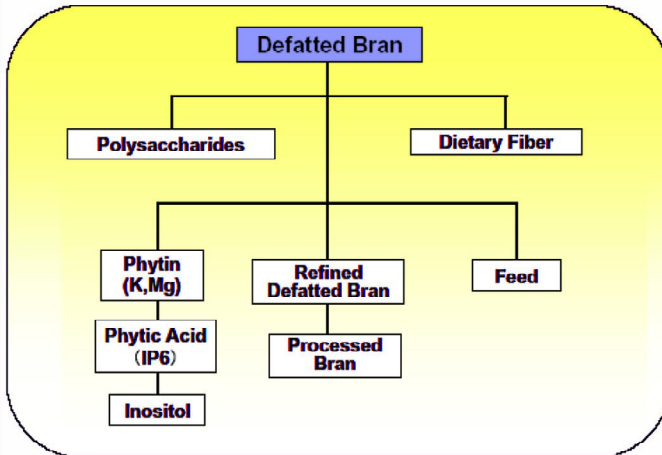


Fig. 20. Functional Components of rice bran.

Table 4. Effect of functional components in defatted bran.

### EFFECTS OF FUNCTIONAL COMPONENTS IN DEFATTED BRAN

#### 1. Inositol

Vitamin B complex that is effective for fatty liver and arteriosclerosis.

#### 2. Phytin and Phytic acid (IP6)

Used on meat, fish and oils as natural anti-oxidation. It absorbs ultra violet rays, and is used for cosmetics. Especially IP6 is anti-cancer effect .

#### 3. $\gamma$ -Aminobutylic acid

Effective for preventing hypertension, acylglycerol, menopausal disorders and aging.

### SAMPLES OF FUNCTIONAL COMPONENTS FROM RICE BRAN

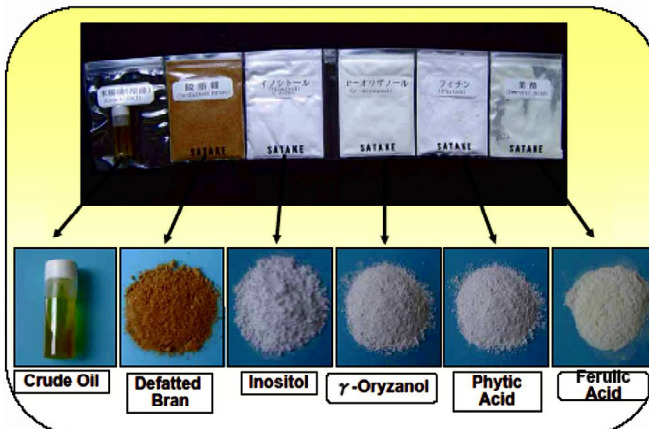


Fig. 21. Samples of functional components from rice bran.

### STRUCTURES OF PHYTIC ACID AND INOSITOL

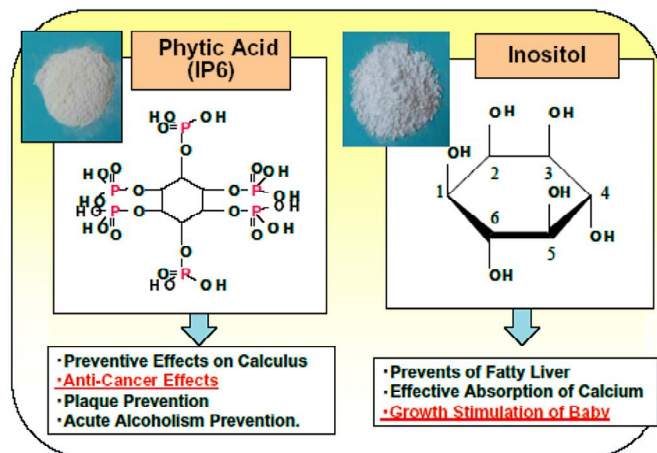


Fig. 22. Structure of phytic acid and inositol.

The process of mechanical rice bran oil extraction process is shown in figure23. Generally speaking, for the materials with low oil content such as rice bran, mechanical extraction is not used, instead extracted solely by solvents, and isolate rice crude oil from the solvent. However, recently, the rice bran is mechanically compressed to collect fresh and functional rice oil in the rice mill, and defatted bran is used for healthy food, because, these products are free from chemical materials.

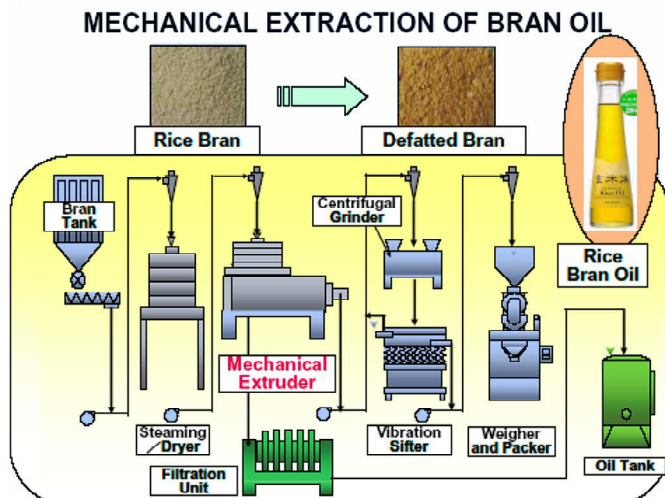


Fig. 23. Process of Mechanical rice bran oil extraction.

The functional components of mechanical rice bran oil commercialized in Japan contains such as Vitamin E,  $\gamma$ -Oryzanol, Tocotrienol and Plant Sterol (Figure 24). Functional Rice Bran Oil (MURASE) has anti-oxidization effect to active oxygen, and has preventive and curative effects on life style related diseases (third function).

The figure 25 shows the process of a Rinse Free Rice Production System called NTWP. NTWP adds water to milled rice, mixes it with the TWP medium at low pressure, and removes only the aleurone layer without damaging the endosperm. Rinse free rice bran (aleurone layer) is generated through rinse free rice process which contains phytic acid, inositol, vitamin B (thiamine), vitamin E (tokopherol),  $\gamma$ -amino butyric acid and many minerals (Figure 26). This rinse free rice bran can be used as a raw material for animal feed (Figure 27). The picture on the left shows the feed mixture for pigs, which is developed and produced by Satake and an

animal feed company. Adding the rinse free rice bran into the feed mixture, as you can see in the graph, increased the growth rate in three out of four cases. In addition, it is possible to produce tablets and rice crackers using only the bran for healthy foods or snacks.

**COMPONENTS OF FUNCTIONAL RICE BRAN OIL**

Components Per Spoon (14g)	Rice Bran Oil	Normal Oil
Vitamin E	5.4 mg	5.0 mg
$\gamma$ -Oryzanol	196.0 mg	7.0 mg
Tocotrienol	8.6 mg	3.5 mg
Tocotrienol	8.6 mg	3.5 mg
Plant Sterol	188.8 mg	126.0 mg



Functional Rice Bran Oil (MURASE)

(Japanese Food Research Center)

Fig. 24. Functional components of mechanical rice bran oil.

**SYSTEM FLOW CHART OF NTWP**

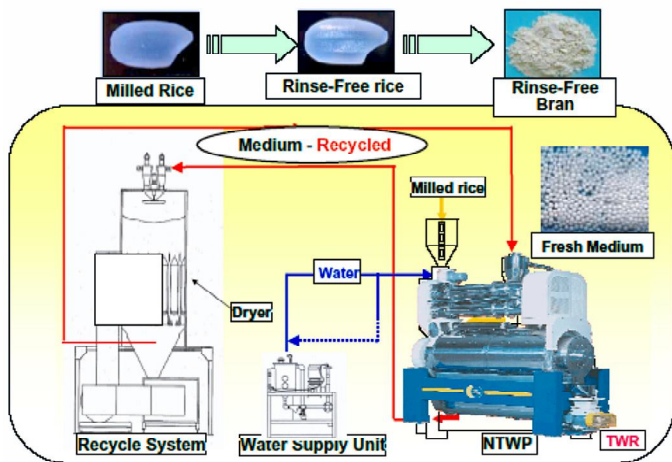


Fig. 25. Rinse free rice production system.

**FUNCTIONAL COMPONENTS IN RINSE-FREE RICE BRAN**



Rinse-Free Bran

Analysis Items	Analysis Results
Phytic acid	3.36 g/100g
Inositol	2.43 g/100g
$\gamma$ -Aminobutyric acid	29.0 mg/100g
Thiamine (VitaminB1)	2.45 mg/100g
VitaminB6	3.99 mg/100g
Tocopherol (VitaminE)	4.20 mg/100g
$\gamma$ -oryzanol	106 mg/100g
Pantothenic Acid	9.71 mg/100g
Niacin	56.3 mg/100g
Potassium	1.73 g/100g
Magnesium	1.09 g/100g
Iron	6.59 mg/100g
Calcium	54.2 mg/100g
Zinc	5.35 mg/100g

Fig. 26. Components of rinse free rice bran.



### UTILIZATION OF RINSE-FREE RICE BRAN

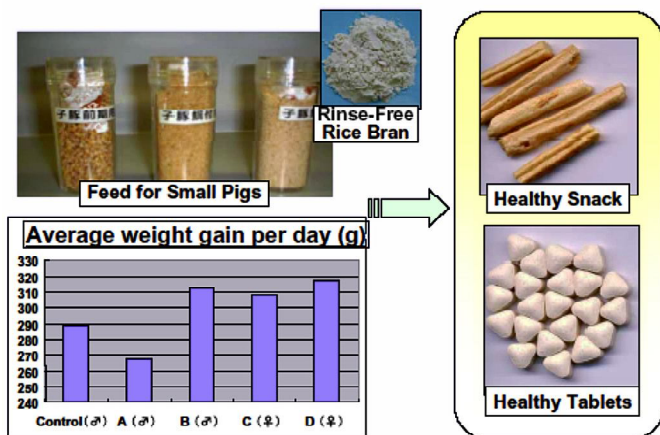


Fig. 27. Utilization of rinse free rice bran.

The Functional Component Extraction System (Figure 28) extracts the water soluble functional components contained in germ, defatted bran and rinse free rice bran. The system extracts functional components in high concentration, by stirring those by-products in a fermentation tank to achieve optimum temperature and aeration. The GABA liquid from this system can also be dried and made into powders and tablets.

### FUNCTIONAL COMPONENTS EXTRACTION SYSTEM

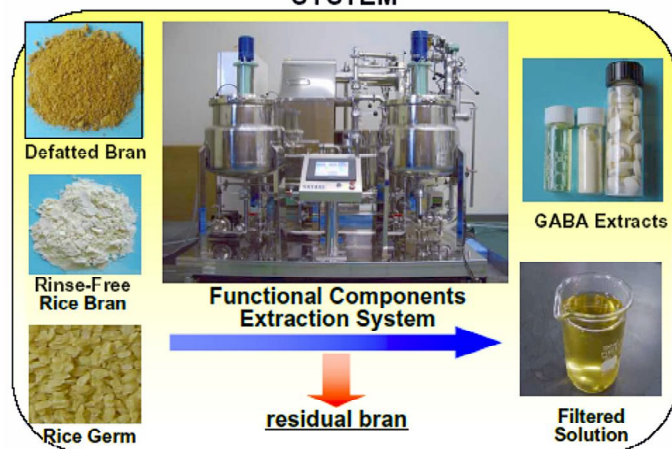


Fig. 28. Functional Component extraction system.

As you can see on the graph (Figure 29), the effect of this residual bran feeding on obesity mice, adiponectin value significant increase in blood. Residual bran has physiological effects such as prevention of obesity and diabetes, by enhancing metabolisms of fat.

### EFFECT OF RESIDUAL BRAN FEEDING ON FAT METABOLISM OF MICE

- The effect of residual bran feeding on obesity mice, adiponectin value significant increase in blood.
- Residual bran has physiological effects such as prevention of obesity and diabetes, by enhancing metabolisms of fat.

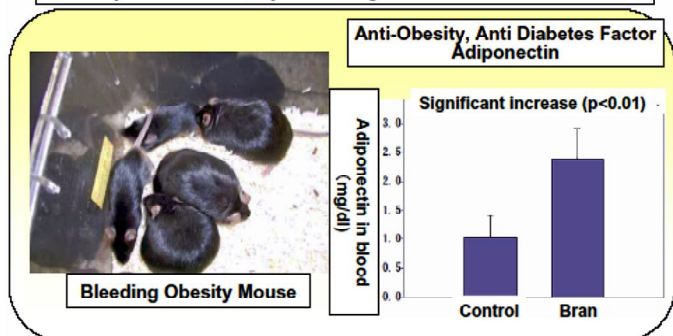


Fig. 29. Effect of residual bran on mice fat metabolism.

Broken rice is utilized for rice flour. Many Japanese traditional confectioneries and crackers are made from rice flour (Figure 30). In recent years, the market demands are diversifying, requiring new rice products such as rice breads and noodles.

### VALUE ADDED PRODUCTS FROM BROKEN RICE

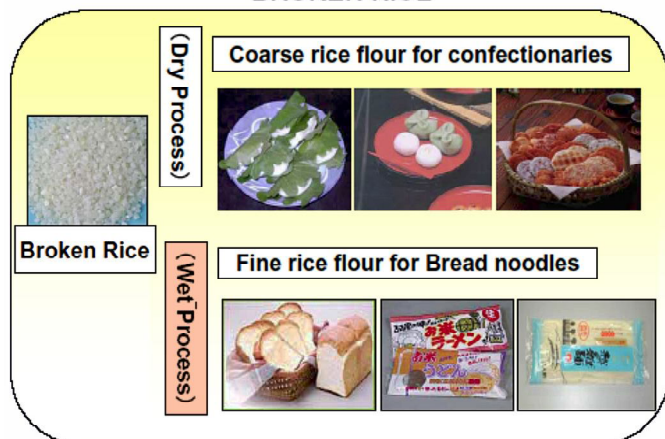


Fig. 30. Broken rice value added product.

The rice flour for bread and noodles shall be produced through wet flour process (Figure 31). The picture on the left shows saccharizing system, which mixes broken rice, water and enzyme in the fermentation tank under controlled temperature. By using protein dissolving enzyme, the rice peptide can be produced, which has an effect to relax the blood pressure.

Rice drinks using the rice peptide from broken rice are marketed today in Japan, Korea and U.S. This rice drink has been proven in laboratory tests using mice to have the effect of lowering blood pressure. Angiotensin I converting enzyme (ACE) existent in rice capillary endothelium cell membrane plays a important roll in the occurrence of hypertension. So, the rise of blood pressure can be modified, or lowered by activating the "ACE inhabitance peptide" (Figure 32).

**BROKEN RICE UTILIZATION FOR HEALTHY DRINK**

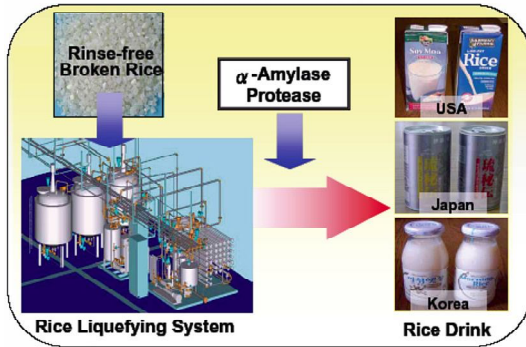


Fig. 31. Rice flour and bread noodles production.

**PRODUCTION OF ACE INHIBITANCE PEPTIDE FROM RICE PROTEIN**

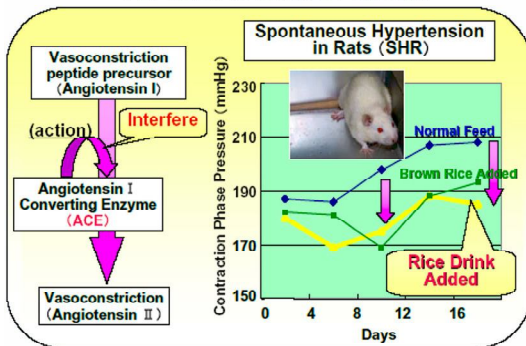
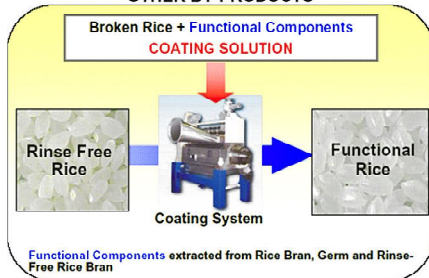


Fig. 32. Rice protein ACE inhibition production.

Next, I will introduce a “Functional Coated Rice production system” (Figure 33). In this system, rice drink fermented can be applied to coating solution. This system consists of six sections: the receiving section, the coating section, the rice liquefying section, the sorting section, the packing section and the drying section. This system, represented in Figure 34 adds 3 to 4% rice drink (coating solution) on rinse free rice, to improve the functionality, yield and gloss of rice. Moreover, by adding functional components extracted from bran, germ and rinse free rice bran, rinse free rice can have the same functionality as germinated brown rice.

**UTILIZATION OF BROKEN RICE AND OTHER BY-PRODUCTS**



**FUNCTIONAL RICE PRODUCTION SYSTEM (NEW COATING SYSTEM)**

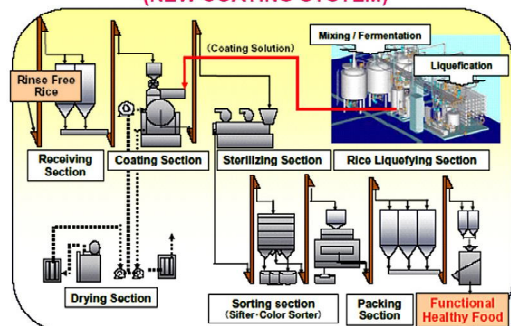


Fig. 33. Functional Coated Rice Production System.

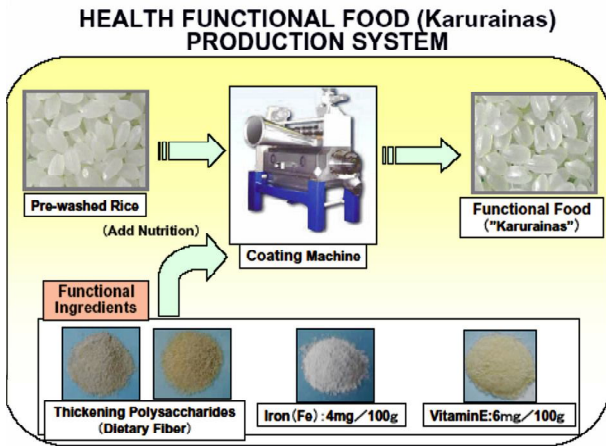


Fig. 34. Functional rice production system improves functionality.

The "Functional Rice Production System"(Figure 35) is operating commercially in one of the Japanese rice mills. This system uses dietary fiber instead of liquefied starch (rice drink) as a coating solution, to which nutrition such as Iron and Vitamin E are added, and this solution is uniformly coated on rinse-free rice. The receiving section, the solution tank, in which the coating solution is made can be seen, and this machine is the main coating machine.

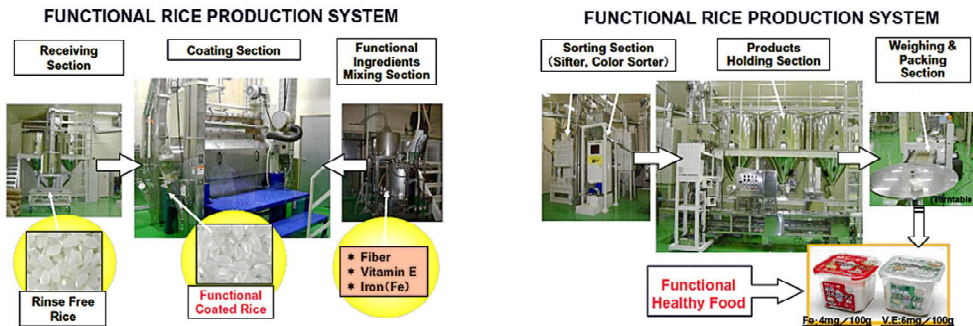


Fig. 35. A commercial functional rice production system.

A sifter and a Color Sorter are used to completely remove foreign material. The sorted, coated rice is put into product bins, and is weighed and packed in plastic cases or plastic bags. The products are sold as functional healthy foods under the name of KARURAINASU.

The new Functional Aseptic Rice production system (Figure 36) developed to consume the functional rice products conveniently and with good taste is presented. The aseptic rice made by this system can be cooked with microwave oven in 90 seconds, and have a shelf life of 6 months under ambient temperatures.

Figure 38 summarises the "Functional Pellet Rice Production System". It is not the real rice, but an artificial rice from immature kernels and broken rice grains. An extruder is used to produce pellet rice. Functional components from bran or germ can be mixed in this process. Paddy is separated into brown rice and husk in the husking section. Husk can be carbonized and directly used as fuels. The exhausted heat from those facilities can also be used to dry paddy, and serves as an energy source in a rice milling plant.



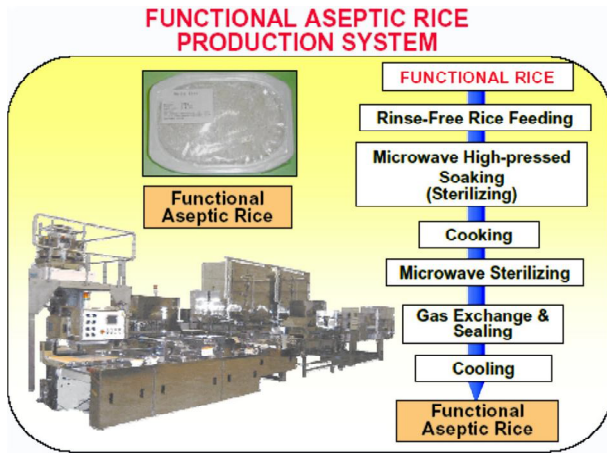
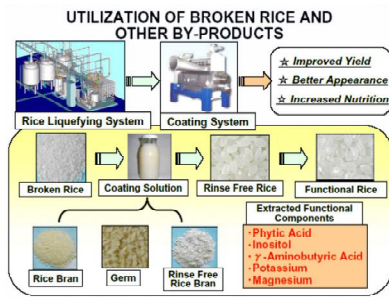


Fig. 36. Functional aseptic rice production system.



### FUNCTIONAL PELLET RICE PRODUCTION SYSTEM

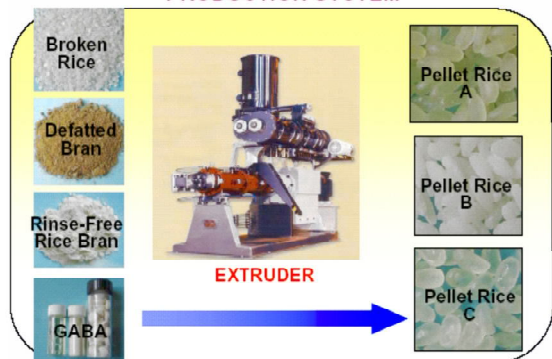


Fig. 37. Functional Pellet Production System.

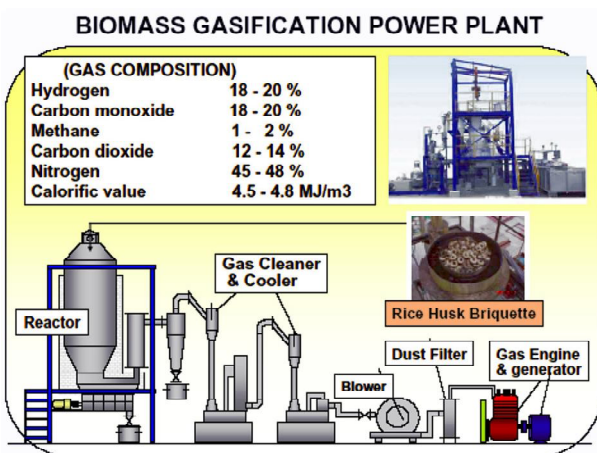


Fig. 38. Biomass gasification power plant.

Biomass gasification power plant is shown in Figure 37. Husk can also be burned in a reactor to be gasified (figure 39), and used as a fuel for gas turbines, to supply electricity to the rice mill. Figure 40 shows the summary of manufacturing value-added products, produced by utilizing by-products from rice mills. By-products from rice milling plant, such as rice bran, rinse free rice bran and broken rice can be processed into value added products having third functions. The functional rice production systems was developed for the purpose of efficient use those by-products.

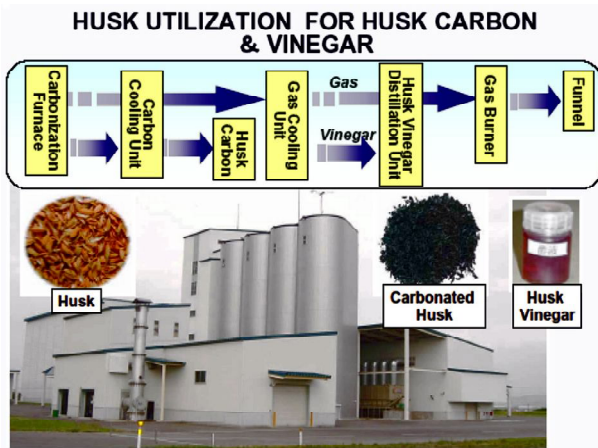


Fig. 39. Husk utilization process.

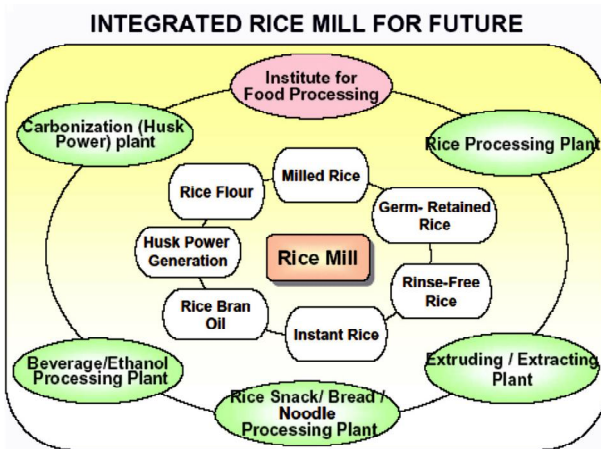


Fig. 40. Rice mills integrated process.

The Satake 's concept for the future rice milling plant are as follows:

We place the rice mill at the center of a Rice Food Production Plant. By utilizing by-products, Satake is aiming to establish a circulating system, which gradually expands your business field. The development of the new functional rice products that satisfies the consumer's needs of "safe, secured and tasty," "easy cooking and convenient,"

“natural and functional food” at the same time, and gradually expand the operation of rice milling plants. For further consumption of rice products, new concepts from a different angle are needed. According to the new concept, rice is sifted from grain to flour, from flour to liquid and from liquid to grain. In conclusion, Cereals like rice, wheat and maize have to be included as the sources of functional food. Products development from cereals to healthy functional foods is of great promise (Figure 41 and 42).

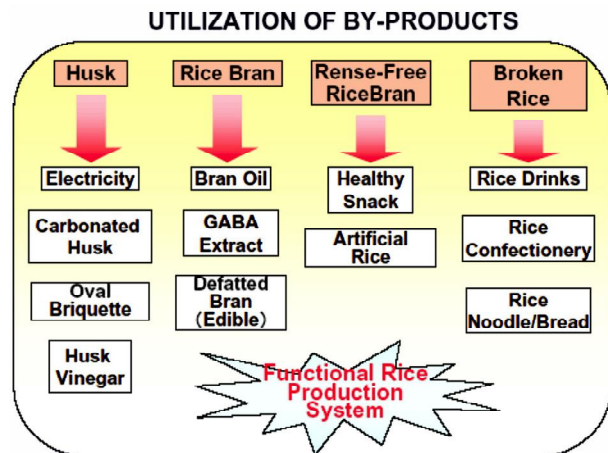


Fig. 41. Satakes concept for the future rice milling.

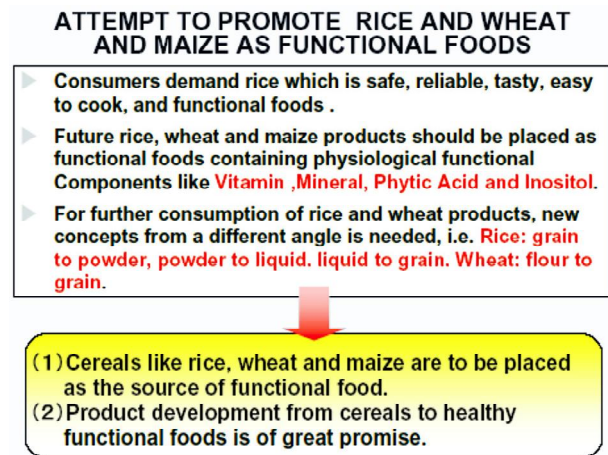


Fig. 42. Rice, wheat and maize as the source of functional food.

I believe that the production of these healthy functional foods from rice will open the new field in rice business.

Thank you very much for your attention.

## Ciência, Tecnologia e Inovação em Arroz: Uma Visão de Futuro

Pedro A. Arraes Pereira, Francisco J. B. Reifschneider<sup>2</sup> e Elcio P. Guimarães<sup>3</sup>

Dados arqueológicos sugerem que o cultivo do arroz iniciou-se há 10.000 anos no sul da China. A domesticação dessa cultura foi indubitavelmente um dos mais importantes eventos da história da humanidade. Este fato pode ser constatado atualmente quando cerca da metade da população mundial depende do arroz como fonte principal de alimento. A importância do arroz foi destacada no último século pelo seu papel preponderante na revolução verde que tinha como um dos pilares a inovação tecnológica. Neste trabalho serão descritos, e posteriormente elencados, exemplos de como a inovação tecnológica poderia permear a pesquisa com a cultura do arroz.

A capacidade inovadora de cada instituição está associada a diversos elementos, desde a cultura institucional até à disponibilidade de recursos para execução de atividades ligadas a novas idéias. Dentre esses elementos, o ambiente que apóia o processo de criação e experimentação, a geração de novas idéias e conceitos para produtos, serviços ou modelos estratégicos é certamente crítico.

O que é necessário para que a inovação tecnológica aconteça e seja utilizada pela sociedade? Primeiramente é importante que seja algo real e economicamente viável, além de contemplar um investimento de alto retorno tanto para o setor privado (shareholders) como para o setor público (sociedade). A compreensão da abrangência dos impactos, além de um sistema contínuo de avaliação e monitoramento, é imprescindível para estimular o processo inovativo.

O processo de inovação tecnológica exige uma definição clara de responsabilidades com o princípio da transparência, permeando todos os níveis. É importante também recorrer aos incentivos corretos para promover a cultura inovadora e considerar a gestão de riscos relacionados ao próprio processo de inovação, cujos desafios podem ser definidos como globais, regionais e nacionais ou "sub" regionais, sendo que cada uma dessas dimensões requer arranjo diferenciado.

A mobilização de recursos é parte fundamental do processo inovador e consiste na harmonização da competência de recursos humanos, propriedade intelectual, conhecimento e, obviamente, recursos financeiros. Neste aspecto, é importante observar a evolução dos financiamentos públicos de pesquisa onde houve mudança de um processo tradicional, onde os recursos eram alocados apenas na dimensão público nacional, para sistemas de maior complexidade.

Atualmente já se convive com um modelo novo (Novo 1) onde se observa uma forte interação entre o público e o privado com a formação do que tem sido denominado de parcerias público/privadas. Recentemente apareceram formas de financiamento mais complexas onde interagem o público, o privado, o nacional e o ambiente internacional. (Figura 1).

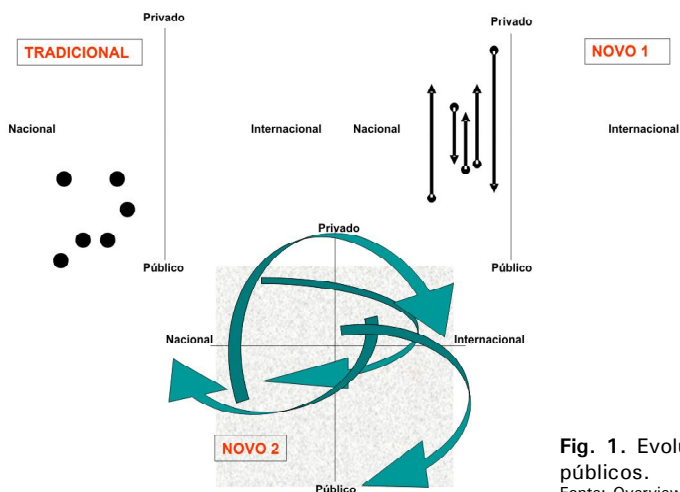
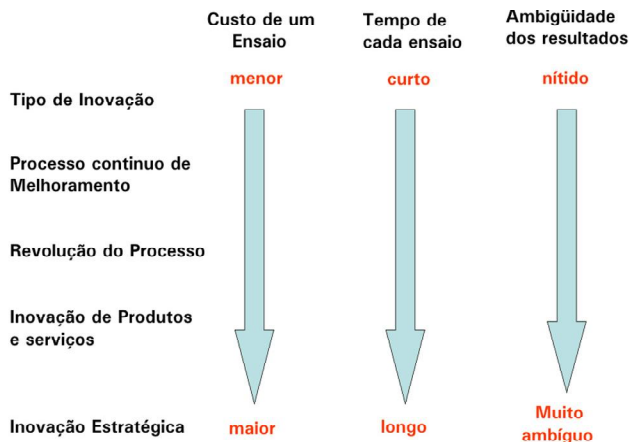


Fig. 1. Evolução dos financiamentos públicos.

Fonte: Overview The New public Finance UNDP. 2006.



É importante ressaltar as características dos quatro diferentes tipos de inovação tecnológica: processo contínuo de melhoramento; revolução do processo; inovação de produtos e serviços; e inovação estratégica que têm características distintas em relação ao custo, ao tempo necessário para se concretizarem e, principalmente, em relação à ambigüidade dos resultados (Figura 2).



#### Definição das características dos quatro diferentes tipos de inovação

Fig. 2. Características dos quatro tipos de inovação.

Fonte: 10 rules for Strategic Innovators V. Govindarajan e C. Temple Harvard Press, 2005.

Após expor alguns conceitos básicos e condições do processo inovador, será abordada a questão da inovação tecnológica e o futuro da pesquisa enfatizando a cultura do arroz. As primeiras questões que deve-se considerar, nesse caso, são:

- O que se deve fazer para que o Brasil seja competitivo e atender o mercado interno do arroz?
- Quais características deve ter o arroz e seu cultivo para competir com outras culturas na agenda do agricultor brasileiro?
- Qual será o papel do Brasil, no futuro, com relação ao mercado mundial do arroz?
- Que nichos de mercado terão vantagens competitivas?

Levando-se em consideração os diferentes cenários para o cultivo do arroz no Brasil e como este poderá se inserir no contexto global, há vários caminhos a serem seguidos. Antes de discutir esses caminhos é importante, contudo, imaginar como será o produtor de arroz do século XXI. Esse produtor deverá continuar produzindo mais, com qualidade dentro de sistemas integrados de produção, onde a sociedade exigirá que seja um gestor do meio ambiente e da biodiversidade. Será necessário, ainda, que esse produtor implemente cada vez mais uma atuação coletiva, e que também proporcione ganhos pessoais, talvez um novo paradigma de cooperativismo. O mais importante aspecto, entretanto, é que o produtor terá que ter capacidade de adaptação imediata às mudanças como as relacionadas com clima e mercado. Neste aspecto, a sustentabilidade do produtor de arroz estará diretamente relacionada com as soluções inovadoras para cultura de arroz, proporcionadas pelas instituições de Ciência e Tecnologia.

A agenda de pesquisa agropecuária no sistema internacional tem aumentado sistematicamente em termos de complexidade. O arroz faz parte desde o início da base da pirâmide da evolução da agenda da pesquisa, do Grupo Consultivo Internacional de Pesquisa Agropecuária - CGIAR (Figura 3).



Fig. 3. Evolução da Agenda de Pesquisa do CGIAR. Fonte: The CGIAR in 2005.

Um dos caminhos que levam ao aumento da produtividade e à qualidade do arroz nesse novo nível de complexidade, como é indicado pela agenda de pesquisa do CGIAR, relaciona-se com a utilização adequada das novas ferramentas genômicas associadas ao melhoramento genético, que pautou-se no conceito do ideótipo, tanto para o sistema irrigado como para o sistema de terras altas. A Embrapa, de maneira independente e também por meio de projetos colaborativos com entidades internacionais, já está investindo nessa área. Tirando proveito dessa tecnologia, a utilização de híbridos entre *indicas* e *japonicas* de origem bem distante poderá proporcionar, a médio prazo, ganhos de produtividade compensadores com o menor custo de produção. Essa atividade já está em processo em alguns programas de melhoramento do país.

Neste contexto sobressai o exemplo de inovador do arroz de terras altas, em que novas cultivares *japonica* vs *indica* com um novo tipo de grão, associando características desejáveis de aparência e qualidade de cocção proporcionaram, a partir de 2001, uma paridade de preços com o arroz agulhinha do sistema irrigado da região Sul do Brasil.

O desafio do futuro para o arroz de terras altas é como fazer o seu cultivo integrar-se efetivamente ao sistema de produção com as vantagens comparativas com as outras culturas de verão. Para que isso ocorra, há necessidade de se pensar quais são as inovações tecnológicas necessárias para estimular esse processo.

No aspecto mais básico, há necessidade de se entender melhor os mecanismos de absorção e rotas metabólicas de nutrientes que diferem bastante do metabolismo no sistema irrigado e que atualmente são gargalos na sustentabilidade do arroz de terras altas. Os estudos de genômica em arroz avançam numa velocidade impressionante onde o depósito de seqüências em bases de dados acontece num ritmo crescente. Há necessidade, contudo, de se avançar com uma plataforma de bioinformática para

organização dos dados e facilitar a interação entre os diversos grupos que trabalham nessa área. Somente com essa organização os programas de melhoramento genético podem usar, por exemplo, a sintenia para identificar regiões similares com genes importantes para diversas gramíneas. Para que isso ocorra, uma vez mais é necessário colocar em ação a capacidade do pesquisador brasileiro em inovar e tirar proveito de associações com instituições internacionais que estão mais avançadas nessa área de pesquisa. Esse processo é de médio a longo prazo e deverá requerer investimentos sem o compromisso imediato de resultados e conseqüente utilização direta pelo agricultor.

Outros estudos estão sendo conduzidos em arroz onde manipulações genéticas como o estabelecimento da expressão das enzimas responsáveis pelo ciclo  $C_4$  ou a transferência de genes de resistência a doenças de outras gramíneas como o milho, onde foi identificado o gene que controla a reação hipersensitiva à bactéria *Xanthomonas Oryzae pv oryzicola*. Esses são dois exemplos dentre muitos outros estudos básicos que estão sendo conduzidos com a cultura do arroz nos maiores centros de excelência de pesquisa do mundo. Aqui cabe indagar:

- Quais os genes estão sendo estudados no momento no Brasil em parceria ou com centros avançados na área molecular?
- Quais os genes poderiam oferecer uma vantagem competitiva para a produção de arroz no Brasil?

Uma vez mais aparece a necessidade de o país associar sua pesquisa à dos centros mais avançados e com eles partilhar recursos e idéias para que tenhamos direito de utilizar as informações e descobertas em tempo real.

O arroz, como o cereal mais produzido no mundo em ecossistemas, muitas vezes frágeis, onde o problema de competição com centros urbanos pela água disponível aumenta a cada dia, terá que sofrer um aumento de eficiência muito grande no uso de água, para continuar sendo competitivo. Além do problema da escassez de água, a irrigação por inundação, predominante na cultura, também favorece a emissão de gases que pode aumentar os danos do efeito estufa na terra. Segundo estimativas recentes, as terras classificadas como "tipo 6", que são aptas para o cultivo do arroz e outros cultivos nas regiões tropicais, declinarão em torno de 18 a 51% no próximo século devido ao aquecimento global. Existem previsões de que até 2100 as médias de temperaturas da superfície da terra aumentarão entre 1,4 °C e 5,8°C.

Para antecipar os efeitos dessas mudanças na cultura do arroz, haverá necessidade de um grande esforço no avanço da habilidade de previsão de situações anômalas de clima, visando possibilitar uma redução significativa da vulnerabilidade dos sistemas produtivos à seca, à incidência de pragas e a outros parâmetros relacionados ao potencial produtivo e à qualidade do produto. Nesta área de inovação, o país pode aprender e tirar proveito da pesquisa internacional sem a necessidade de grandes investimentos, já que dispõe de recursos hídricos abundantes e não sofre as mesmas ameaças e pressões que outras regiões produtoras de arroz, conseqüentemente não necessita tratar o tema com a mesma urgência e relevância.

Outro grande desafio para a cultura do arroz será a utilização dos princípios da agricultura de precisão como sensoriamento remoto e a obtenção de parâmetros biofísicos que monitorem mudanças temporais e espaciais no crescimento do planta. Adaptar essas ferramentas da agricultura de precisão para a pequena propriedade também demandará um conjunto de ações inovadoras de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Esse desafio não é somente para a cultura do arroz, mas

para todas as culturas prioritários do país, portanto, esforços integrados em nível nacional devem produzir resultados a curto prazo, economizando recursos e aumentando a eficiência da produção de resultados.

Talvez, no momento, exista maior possibilidade de inovação no desenvolvimento de novos produtos à base de arroz. Esses produtos terão que maximizar as características nutricionais peculiares do arroz e seus atributos funcionais como, por exemplo, a produção do óleo de arroz virgem com maiores níveis de anti-oxidantes. Esses novos nichos de mercado poderão ampliar o uso de produtos à base de arroz. Essa é uma área na qual o país deve concentrar esforços imediatos, já que não pode esperar pelo desenvolvimento internacional visto que os nichos e as vantagens comparativas estão associadas a demandas principalmente internas por novas alternativas. Isso não quer dizer que não se possa ou deva pensar em possibilidades de nichos internacionais, mas que a prioridade deve ser nacional.

Na área de nanotecnologia, pode-se visualizar o desenvolvimento de polímeros naturais à base de amido de arroz e novos produtos compostos a partir de subprodutos do arroz como a casca, sílica, além da utilização da palha de arroz para produção de biocombustíveis. A utilização de nono fibras aumenta significativamente a resistência de matérias e proporciona a possibilidade da produção de fibras comestíveis à base de amido de arroz, assim como embalagens biodegradáveis com os resíduos da produção de arroz.

Conclui-se que existem inúmeras possibilidades para a cultura do arroz no futuro e que a comunidade científica deve estar focada e atenta aos avanços da ciência, a fim de aplicá-los na geração de processos que ampliem a utilização do arroz e seus subprodutos. Entretanto, considerações com respeito ao tempo e investimentos necessários para a implementação e produção dos resultados e as associações requeridas para isso são elementos a serem considerados antes de se iniciar qualquer atividade ligada à inovação tecnológica.

## Referências Bibliográficas

Brown J. S. e Hagel III 2005. The only sustainable edge: Why business strategy depends on productive friction and dynamic specialization. Boston: Harvard school press.

Delmer, P. D. 2005 Agriculture in the developing world: Connecting innovations in plant research to downstream applications. PNAS 102 vol44:15739-15746.

Govindarajan, Vijay. 2005 Rules for strategic innovators: from the Idea to execution. IBSN 1-59139-758-8. Harvast Business School.

Inge K., Conceição P., 2006 Overview The new public finance. Responding to global challenges. UNDP Oxford University Press.

Khush S. G. 2005 What it take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. Plant Mol. Biol. 59:1-6.

Pinheiro, B. da S., Castro E.da M. e C. M. Guimarães 2006. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. Field crop research 97:34-42.

Toriyama K, Heong KL, Hardy B, editors. 2005. Rice is life: scientific perspectives for the 21st century. Proceedings of the World Rice Research Conference held in Tokyo and Tsukuba, Japan, 4-7 November 2004. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, and Tsukuba (Japan): Japan International Research Center for Agricultural Sciences. [www.irri.org/wrrc/toc.html](http://www.irri.org/wrrc/toc.html).

## Arroz híbrido – Agregando valor e tecnologia à semente

Renato Luís Gomes Luzzardi<sup>1</sup>; Leandro Lourenço Pasqualli<sup>1</sup>; Cristine Saravia<sup>1</sup>

### Quem somos

A Ricetec é uma empresa de capital Europeu com filiais nos Estados Unidos, Brasil, Uruguai e Argentina, atuando em pesquisa, desenvolvimento, produção, comercialização e marketing de sementes híbridas e produtos de valor agregado de arroz. No Brasil está sediada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, onde também se localiza o laboratório de qualidade equipado para realizar estudos de qualidade industrial, propriedades funcionais e características sensoriais de grãos de arroz, bem como análise de qualidade fisiológica de sementes. É a maior investidora em pesquisa neste segmento nas Américas, tendo iniciado este trabalho em 1988. A produção de sementes é realizada em áreas virgens ou com longo pousio no norte da Argentina e no estado de Roraima, onde a empresa também dispõe de uma estação de produção de sementes experimentais apta a fazer plantio em qualquer época do ano. Nos Estados Unidos são 200 pessoas dedicadas aos trabalhos com arroz híbrido. Na América do Sul a empresa conta com 63 pessoas dedicadas a torná-la a líder mundial em sementes de arroz híbrido, excluindo a China e parceira preferencial empresas de geradoras de tecnologia. Após vários anos de estudo e pesquisas a empresa lançou, em 2003 o primeiro híbrido de arroz para o Mercosul, denominado Avaxi. Com o objetivo de oferecer um variado portfólio de opções para o produtor a Ricetec tem lançado um híbrido novo a cada ano. Em 2004 foi lançado o primeiro híbrido para o Sistema Clearfield – Tuno CL. Em 2005 lançou o híbrido Tiba e estará lançando em 2006 o Sator CL e também iniciando testes pré-comerciais de híbridos adaptados para a região tropical, sob condições de cultivo irrigado e de terras altas.

### Como trabalhamos

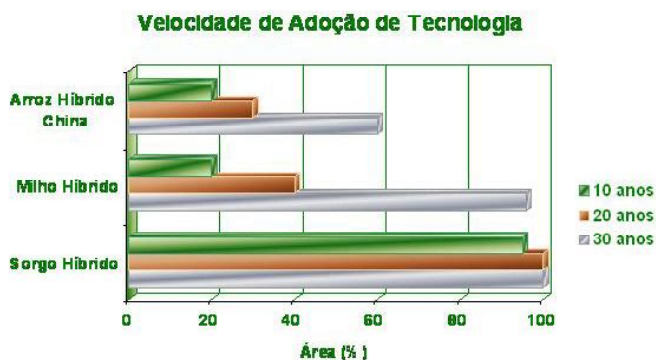
Antes de se chegar a um material comercial existem várias etapas a serem vencidas. Um grande número de novas combinações híbridas é liberado pelo trabalho de pesquisa para avaliação a cada ano em uma grande rede de ensaios próprios conduzidos pela empresa ou em parceria com instituições públicas ou privadas. A rede de ensaios se estende no Brasil pelos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Roraima. Na Argentina, nas províncias de Corrientes, Chaco e Entre Rios e também no Uruguai e Paraguai. Nos ensaios são avaliados adaptabilidade, produtividade, resistência a doenças, tolerância a acamamento e qualidade industrial. Na medida em que os melhores híbridos evoluem neste processo aumenta a escala de testes em número de locais, área da parcela e também o rigor nos testes de qualidade. O híbrido de arroz apresenta algumas particularidades próprias que exigem um trabalho forte de assistência técnica na pós-venda, sendo este um grande diferencial da empresa.

### A tecnologia do arroz híbrido

A velocidade de adoção da tecnologia híbrida nos cultivos onde ela foi aplicada se deu muito rapidamente. No cultivo do sorgo alcançou praticamente 100 % da área cultivada após 10 anos de sua adoção, no milho o mesmo ocorreu após 30 anos. No arroz o exemplo que temos vem da China onde o incremento da utilização da tecnologia alcançou em torno de 60 % da área cultivada após 30 anos (gráfico 1). A RiceTec nos Estados Unidos está comercializando sementes para cobrir uma área de 105.082 hectares, com crescimento médio anual de 267 % nos últimos cinco anos. Na América do Sul a

<sup>1</sup> RiceTec Sementes Ltda. – Av. São Paulo, 877 – Bairro São Geraldo — Porto Alegre, RS. CEP 90230-161 – Fone: +55 51 33238800 – info@ricetec.com.br

companhia estará disponibilizando sementes de alta qualidade e pureza para cobrir uma superfície de cerca de 15.000 hectares, com crescimento médio anual de 233 % nos últimos três anos.



**Gráfico 1.** Velocidade de adoção da tecnologia de sementes híbridas

## O que é arroz híbrido e quais os benefícios

O arroz híbrido é resultado do cruzamento de duas linhagens, combinando características e benefícios dos parentais, agregando vigor híbrido. No caso de arroz híbrido um dos componentes de rendimento que mais se evidencia é o relacionado a número de grãos por panícula, que explica em parte os acréscimos de produtividade. Outro importante componente de rendimento – número de panículas por metro quadrado – também se evidencia através da maior capacidade de perfilhamento que os híbridos de arroz apresentam. Esta característica permite a utilização de menor densidade de semeadura. A recomendação atual de densidade de semeadura é de 45 a 50 kg de sementes híbridas por hectare, dependendo do híbrido utilizado. Resultados experimentais de vários anos de pesquisa não demonstram diferenças significativas de produtividade a partir de 30 kg de sementes por hectare (Gráfico 2). Com a melhoria do preparo de solo, especialmente em termos de aplainamento e sistematização de solo e a utilização de semeadoras mais sofisticadas será possível uma maior redução da densidade de semeadura no futuro.

Plantas provenientes de sementes híbridas apresentam sistema radicular mais agressivo, permitindo melhor fixação da planta e uma extração de nutrientes do solo de forma mais eficiente. Estas características associadas a um maior nível de resistência a doenças normalmente observados nos híbridos oferecem uma maior estabilidade de rendimento.



**Gráfico 2.** Estudo de densidade de semeadura

## Benefício maior – produtividade

Os híbridos de arroz apresentam em média de 20 à 30 % de vantagem de produtividade sobre as variedades. No gráfico 3 pode se observar que a produtividade média dos híbridos e a vantagem de rendimento sobre as variedades vem aumentando em uma taxa média de 11 % e de 19,8 % anuais, respectivamente (Gráfico 3).



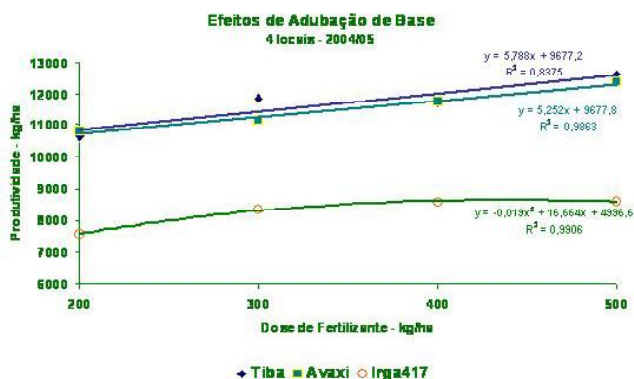
**Gráfico 3.** Desempenho médio de híbridos comerciais e pré-comerciais e vantagens de produtividade sobre variedades comerciais.

Em ensaios de rendimento em pequenas parcelas, os híbridos têm mostrado potencial de produtividade de até 18.000 kg/ha.

## Manejo Diferenciado

Conforme o mencionado anteriormente os híbridos de arroz apresentam características diferentes daquelas encontradas em variedades. A maior capacidade de perfilhamento permite a utilização de menor densidade de semeadura.

Os híbridos mostram-se mais eficientes na utilização dos nutrientes do solo apresentando uma melhor resposta a adição de nutrientes através da adubação (Figura 4). Neste estudo os híbridos mostraram resposta linear à adubação de base até 500 kg/ha enquanto a variedade respondeu até 300 kg/ha.



**Gráfico 4.** Efeitos de adubação de base sobre híbridos de arroz

Um adequado preparo de solo, associado a uma correta calibragem da semeadora e velocidade de plantio adequada, na época de semeadura correta, além de um bom manejo de água, se fazem necessários para garantir que o híbrido expresse seu máximo potencial genético.

## Qualidade de Grãos

Quando falamos em qualidade industrial temos que ter em mente a satisfação dos produtores, da indústria e dos consumidores (Figura 1) e isto significa desenvolver híbridos que apresentem alta renda total e de grãos inteiros, baixos percentuais de grãos gessados, alto rendimento de cocção e boas características sensoriais em termos de boa aparência, soltabilidade, maciez, sabor e odor adequados.

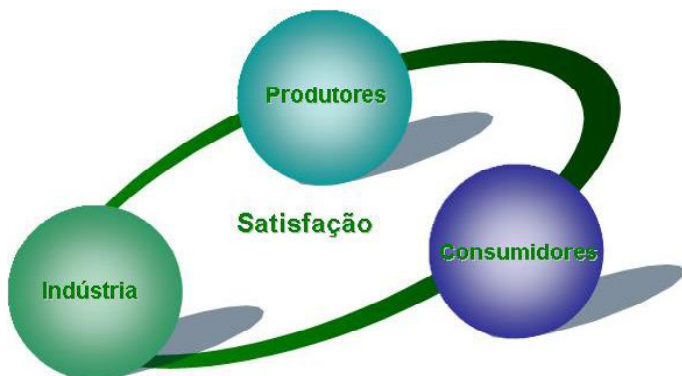


Fig. 1. O círculo virtuoso da qualidade.

Nos estágios iniciais de desenvolvimento as avaliações de qualidade se concentram nas características de qualidade industrial e a medida que avançam os híbridos são avaliados também quanto às características funcionais e, finalmente em estágio pré-comerciais são realizados teste de características sensoriais e de consumo (Figura 2).



Fig. 2. Procedimentos de qualidade em função do estágio de desenvolvimento.

No trabalho de desenvolvimento de híbridos grandes progressos têm sido feitos na melhoria da qualidade industrial bem como nas características sensoriais e de consumo. Visualiza-se na Tabela 1 que em termos de qualidade industrial os híbridos comerciais e pré-comerciais encontram-se de acordo com os parâmetros observados nas variedades comerciais. Observa-se ainda um comportamento intermediário em relação aos dois padrões utilizados (variedades) no que tange ao estudo das características sensoriais colocando os híbridos dentro de um padrão de mercado.



**Tabela 1.** Renda total, rendimento de grãos inteiros e características sensoriais de híbridos comerciais e pré-comerciais e variedades comerciais.

Genótipo	Qualidade Industrial		Características Sensoriais (escala 0-9)			
	Renda Total %	Renda Inteiros %	Soltabilidade	Aroma	Aparência	Maciez
<b>AVAXI</b>	<b>69</b>	<b>59</b>	<b>1,4</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>1,8</b>
<b>TIBA</b>	<b>69</b>	<b>62</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>	<b>3,2</b>	<b>2,4</b>
<b>Sator CL</b>	<b>70</b>	<b>63</b>	<b>1,9</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>
<b>XP739</b>	<b>71</b>	<b>61</b>	<b>2,5</b>	<b>2,2</b>	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>
<b>IRGA417</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>3,1</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>
<b>ELPASO144</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>1,5</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,2</b>

Na tabela 2 mostra-se a qualidade industrial, mais especificamente em termos de grão gessados e relação comprimento e largura (C/L) e as propriedades funcionais dos híbridos comerciais, pré-comerciais, de duas variedades comerciais e quatro das principais marcas comerciais de arroz branco polido tipo um do mercado brasileiro. Observa-se que, de acordo com o que se encontram nos pacotes destas principais marcas, todos os genótipos estudados enquadram-se nestes padrões de comercialização.

**Tabela 2.** Comparação de híbridos pré-comerciais e comerciais com variedades comerciais e marcas comerciais de arroz.

Genótipo	Qualidade Industrial		Propriedades Funcionais	
	Gesso <sup>1</sup> %	Relação C/L	Amilose (%)	Incremento Volumétrico (%)
<b>AVAXI</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>22</b>	<b>264</b>
<b>TIBA</b>	<b>3</b>	<b>3,3</b>	<b>23</b>	<b>224</b>
<b>Sator CL</b>	<b>8</b>	<b>3,0</b>	<b>24</b>	<b>259</b>
<b>XP739</b>	<b>4</b>	<b>3,6</b>	<b>27</b>	<b>250</b>
<b>Marca 1</b>	<b>8</b>	<b>3,4</b>	<b>24</b>	<b>270</b>
<b>Marca 2</b>	<b>6</b>	<b>3,3</b>	<b>23</b>	<b>280</b>
<b>Marca 3</b>	<b>8</b>	<b>3,2</b>	<b>24</b>	<b>236</b>
<b>Marca 4</b>	<b>2</b>	<b>3,2</b>	<b>25</b>	<b>295</b>
<b>IRGA417</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>24</b>	<b>277</b>
<b>ELPASO144</b>	<b>6</b>	<b>3,2</b>	<b>24</b>	<b>246</b>

<sup>1</sup> Inclui barriga branca

## Produção de Arroz em Terras Altas com Sustentabilidade

*Antônio Alves Soares<sup>1</sup>*

Hoje, ao se mencionar produção sustentável de grãos, indiretamente nos referimos à algumas práticas culturais já bastante difundidas como a rotação de culturas, o uso de sistemas agrícolas, a integração lavoura-pecuária, a adoção do sistema plantio direto (SPD), o uso racional do solo, dentre outras. Neste trabalho, será abordado o tema sustentabilidade do arroz de terras altas focando em questões atuais específicas, consideradas grande importância porque constituem um entrave na produtividade do arroz de terras altas. São elas: matéria orgânica (MO) do solo, decomposição de resíduos vegetais, incidência de brusone, e disponibilidade e eficiência da assimilação do nitrogênio.

### Matéria orgânica do solo e decomposição de resíduos vegetais

No solo, a matéria orgânica (MO) é uma fração composta por resíduos vegetais e animais gerados pela ação decompositora e transformadora de microorganismos constituintes de sua microbiota. Teoricamente, a exploração agrícola sustentável mantém, ou eleva o teor de MO, assegurando a qualidade do solo e taxas de produtividade satisfatória ao longo dos anos. De fato, a preservação da matéria orgânica é um indicativo seguro de que o solo não está sendo degradado. Também é na fração orgânica do solo que são disponibilizados os macro, como nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), e micronutrientes, através da mineralização desempenhada pela microbiota do solo. Porém, deve-se ressaltar que o teor de M.O., por si, não é um bom indicador da capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas. Solos com menos de 2% de M.O. têm capacidade muito limitada de fornecer nitrogênio para as plantas.

A matéria orgânica do solo divide-se em duas frações: a ativa ou lábil, que é facilmente decomposta (1,5 anos em média, variando de 0,24 a 3,33 anos) e a estabilizada ou envelhecida (não lábil), de difícil decomposição (600 anos ou mais). Esta última é predominante no solo, sendo constituída principalmente por substâncias recalcitrantes, como taninos, cutina, lignina, ácido fúlvico, compostos aromáticos, ácidos húmicos, etc. A fração ativa, representada pelos açúcares, amido, proteínas, celulose e pela biomassa, apesar de corresponder a uma pequena fração da MO é considerada de suma importância, pois além de ser facilmente reciclável é a principal responsável pelo suprimento de nutrientes às plantas. Na Figura 1 está representada a velocidade de decomposição de alguns resíduos vegetais. Cabe ressaltar que as proteínas que são as principais fontes de nitrogênio é decomposta rapidamente. Assim, quando se revolve o solo promove uma liberação de grande quantidade de nitrogênio, mas que se esgota rapidamente em cultivos sucessivos através do preparo contínuo do solo.

Outro aspecto de grande importância relacionado à disponibilidade de nutrientes para as plantas é a decomposição dos resíduos orgânicos no solo, cuja principal fonte são os restos vegetais, decompostos por microorganismos, considerados incineradores biológicos. Dependendo da natureza química do resíduo, a decomposição pode fornecer nutrientes (baixa relação C:N) ou imobilizá-los (alta relação C:N).

O manejo adequado dos resíduos vegetais cresce de importância numa agricultura sustentável porque a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos, bem como da fração ativa da MO depende também das condições ambientais como temperatura, umidade e aeração do solo. Sendo os organismos aeróbicos os maiores decompositores, a aeração aumenta a presença de oxigênio, acelerando a taxa de decomposição e de

mineralização. Porém, a aeração do solo, por meio de arados e grades, etc. é a grande responsável pela degradação dos solos tropicais. Em cultivo dos solos nas regiões tropicais, a redução do teor de MO no solo chegar a uma média de 7%. Cardoso et al. (1992) verificaram, um decréscimo médio do teor de MO de 40% nos latossolos e de 67% nos podzólicos, após dez anos de cultivo no Paraná, causa de grande impacto ambiental nas regiões agrícolas deste estado. Solos virgens, quando cultivados, reduzem de 20 a 70% o teor de MO original, e solos deflorestados reduzem em até 50% o seu teor de MO nos dois primeiros anos de cultivo. Por outro lado, em países de clima frio, o problema é o excesso de MO acumulada em sucessivos cultivos, necessitando, algumas vezes, da utilização da prática do fogo para reduzi-la, indicando que a temperatura tem grande efeito sobre o acúmulo ou não da MO no solo. Em regiões temperadas, estudos mostraram uma redução de apenas 23% e 25% nos teores de carbono e nitrogênio, respectivamente, após 60 anos de cultivo. Essas reduções são mais acentuadas nos primeiros 20 anos de cultivo e tendem à estabilização por volta dos 50 anos. A taxa de decomposição anual da MO é até cinco vezes superior nas regiões dos trópicos do que nas regiões temperadas, o que pode ser amenizado com a adoção da prática do Sistema Plantio Direto (SPD).

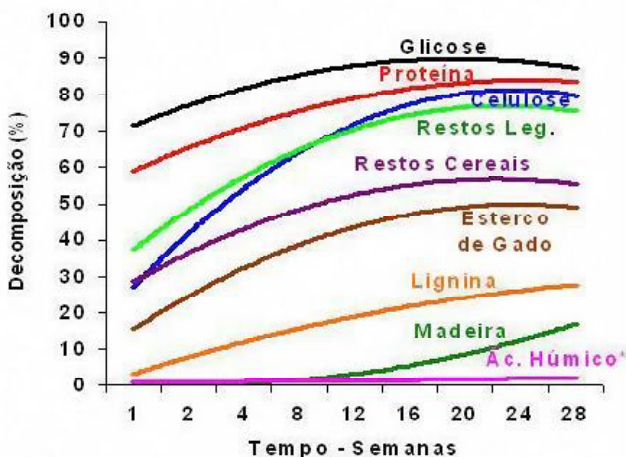


Fig. 1. Velocidade de decomposição de compostos orgânicos no solo (Burns & Martin, 1986, citado por Siqueira e Franco, 1988). \*Recalcitrante

O nitrogênio é considerado o nutriente mais limitante à produção do arroz de terras altas e, por se tratar de um elemento instável no solo demanda maiores atenções, sobretudo para evitar que seja volatilizado, lixiviado e desnitrificado. Do N total do solo, a maior parte encontra-se na forma orgânica (proteínas (90%), ácidos nucleicos, peptídeos, quitina, etc.) e menos de 5% encontra-se na forma inorgânica, como íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Contudo, para que este N do solo torne-se disponível às plantas é necessário que sofra os processos de amonificação (ou mineralização) e nitrificação. Anualmente, apenas de 2 a 4% do N-orgânico total do solo são mineralizados, e mesmo assim é considerada alta a quantidade de N liberada. Um solo de cerrado que contenha uma taxa média de de 0,9  $\text{g.kg}^{-1}$  de solo, valor que corresponde a 2.700  $\text{kg.ha}^{-1}$  na camada arável (0-30 cm), pode mineralizar de 50 a 100  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , o que seria suficiente para suprir grande parte das exigências das culturas. É evidente, portanto, que o aumento do teor de MO no solo poderá fornecer maiores quantidades de N às plantas o que pode ser refletido em aumento de produtividade.

A intensa exploração agrícola, ao longo do tempo, sob condições de alta temperatura e umidade que ocorrem nos trópicos, dificulta a manutenção dos teores de MO em níveis elevados no solo. Também sabe-se que somente substratos ricos (baixa relação C:N) tem balanço positivo na liberação de N para as plantas durante a decomposição. Como a maioria dos resíduos vegetais adicionados ao solo possuem alta relação C:N, a imobilização de N, ainda que provisória, é maior do que a mineralização, contribuindo para sua deficiência.

Na Figura 2 encontra-se representado um exemplo do balanço da mineralização e déficit de N, em 10 t de resíduo orgânico, no primeiro ano. Considerando-se que a composição do resíduo orgânico seja de 50% de carbono, 0,5% de nitrogênio e 90% de matéria seca, e assumindo-se que 2/3 do carbono deste resíduo seja liberado em  $\text{CO}_2$  e, que a relação C:N média da microbiomassa seja de 10:1, estima-se que haverá uma imobilização de N mineral da ordem de 120 kg/ha.

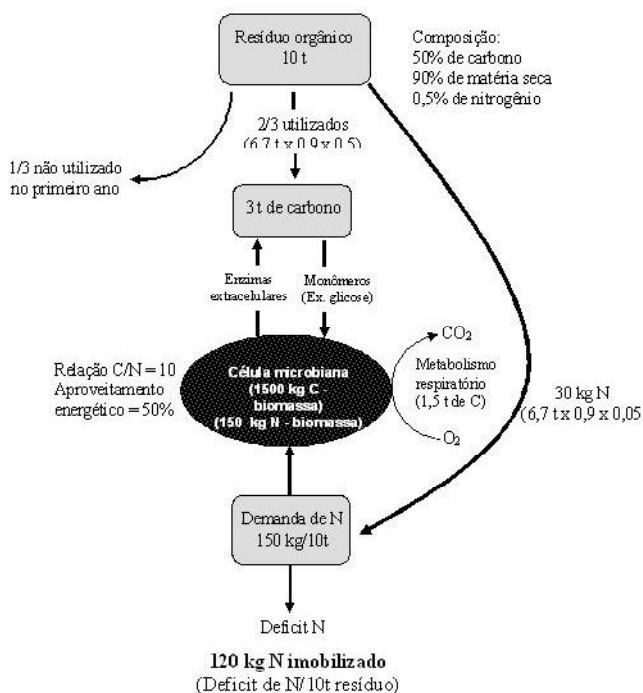
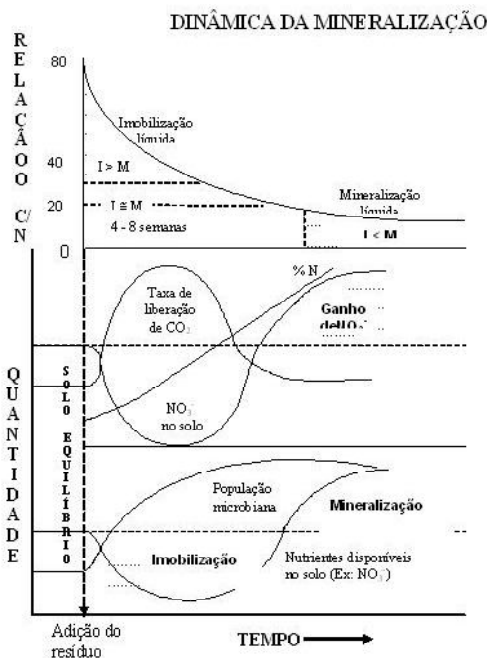


Fig. 2. Balanço da mineralização e déficit de N de 10Mg de resíduo orgânico.

De acordo com as considerações anteriores, na tentativa de se evitar uma deficiência de N no momento em que a cultura necessite deste elemento, o produtor deverá tomar algumas precauções como: (a) incorporar os resíduos com antecedência mínima de 60 dias, para que o período em que a cultura necessite de grandes quantidades de N não coincida com a fase aguda de imobilização, como mostra a Figura 3; (b) adicionar fertilizantes nitrogenados juntamente com os resíduos, em solos destinados ao plantio imediato. O N será utilizado para a decomposição dos resíduos, um mês ou mais depois será liberado para a cultura, e (c) manutenção dos restos culturais na superfície do solo, como ocorre no SPD, de modo a reduzir em até 50% a sua decomposição. Na Figura 3 encontra-se esquematizado a dinâmica da mineralização do Nitrogênio



**Fig. 3.** Resposta da microbiota e transformações mineralizadoras de resíduos e sua relação com a disponibilidade de nutrientes (modificado de Steveson, 1986).

A sustentabilidade de qualquer sistema agrícola envolve a manutenção da MO do solo. Uma estratégia interessante seria o cultivo de leguminosas após cereais que produzam resíduos de alta relação C:N, como o milho, o sorgo e a brachiária, para, então, depois, cultivar-se o arroz. O período de um ano ou mais é considerado suficiente para que haja a decomposição do resíduo do cereal que, associado ao N deixado pela leguminosa, proporcionará níveis adequados deste elemento à cultura do arroz. Como exemplo de sistema agrícola sustentável, pode-se citar:

- Milho – Soja – Arroz
- Brachiaria – Soja – Arroz

Por outro lado, sistemas agrícolas que envolvem cereais de baixa produção de matéria seca (MS), como é o caso típico do arroz de terras altas, apresentam resultados satisfatórios a curto prazo, mas que não se sustentam a longo prazo. Por exemplo:

- Soja – Arroz – Soja – Arroz, ou;
- Soja – Soja – Arroz – Soja – Soja – Arroz;

Porém, se for introduzido neste sistema, uma forrageira durante o inverno, ou mesmo os cereais milho, sorgo, milheto, etc., culturas de alta produção de MS, capazes de manter o teor de matéria orgânica do solo, os resultados se sustentariam a longo prazo.

Exemplo: Soja – Soja – Arroz – Milho – Soja – Soja – Arroz – Milho

### Incidência de brusone

Uma outra causa da baixa sustentabilidade do arroz de terras altas é a alta pressão de brusone (*Pyricularia grisea*) que tem dado grandes prejuízos financeiros aos orizicultores, levando muitos a abandonarem a atividade. No cultivo em condições de terras altas, a referida enfermidade é potencializada por:

- a) Solos pobres com desequilíbrio nutricional – essa condição é bastante comum no cerrado brasileiro; as plantas tendem a ficar debilitadas e nada melhor para os patógenos do que uma planta enfraquecida.
- b) Estresse hídrico – a deficiência hídrica que freqüentemente ocorre no arroz de terras altas dificulta a absorção do ácido silício do solo e a silicificação da epiderme, promove acúmulo de nitrogênio solúvel no interior dos tecidos da planta, bem como de açúcares simples solúveis, em detrimento do amido, propiciando um meio excelente para a multiplicação e o desenvolvimento do fungo *P. grisea*.
- c) Orvalho por períodos prolongados – a presença de água nas folhas da planta de arroz por longo tempo (6 a 8 horas) favorece a germinação e o desenvolvimento dos esporos do fungo. O grande número de cultivares com folhas intermediárias horizontais e folhas baixas decumbentes contribui para a permanência do orvalho ou de gotas de chuvas por um período mais longo na folhagem da planta, favorecendo a doença. Plantas de folhas eretas, mais comum no sistema irrigado por inundação, facilita o escorrimento das gotas de água, promovendo um enxugamento mais rápido da parte aérea. Como exemplo de cultivar de arroz de terras altas com as folhas eretas, pode-se citar a BRSMG Curinga, que, por coincidência ou não, é bastante resistente à brusone.
- d) Predominância no solo de nitrogênio nítrico ( $\text{N-NO}_3^-$ ) – ao contrário do solo inundado, no de terras altas, o N disponível encontra-se predominantemente na forma nítrica. Como se sabe, o  $\text{N-NO}_3^-$  favorece a ocorrência da brusone, ao contrário do nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) que “pouco interfere”. A maioria do  $\text{NH}_4^+$  absorvido é incorporado em compostos orgânicos (aminoácidos, proteínas, etc.) nas raízes. O  $\text{NO}_3^-$ , que é móvel no xilema, toma dois caminhos: ser assimilado ou armazenado nas raízes ou ser transportado para a parte aérea, onde sofre redução assimilatória (Ouko, 2002); normalmente ocorre as duas coisas. Em caso de ser absorvido em excesso, é armazenado nos vacúolos. Portanto, o  $\text{NO}_3^-$  é a principal fonte de nitrogênio solúvel na parte aérea, sobretudo quando absorvido em excesso, ou quando o processo de redução tem alguma limitação. No arroz, onde o mecanismo de redução assimilatória é pouco eficiente nas raízes, quase todo nitrato absorvido é transportado para a parte aérea, agravando a situação, caso seja absorvido em excesso. Ao contrário do nitrato, o  $\text{NH}_4^+$  demanda grande quantidade de esqueletos de carbono para sua incorporação nos compostos orgânicos, promovendo uma depleção dos açúcares solúveis na parte aérea, desfavorecendo assim a infecção do patógeno causador da brusone.

Evidências práticas de ambientes com predominância de  $\text{NO}_3^-$  sobre a brusone podem ser assim resumidas:

- Estresse hídrico – é de conhecimento unânime que deficiência hídrica acumula nitrato na planta e também favorece a incidência de brusone;
- Nebulosidade favorece acúmulo de nitrato pela limitação de elétrons nos cloroplastos, via ferredoxina, que inibe a redução do nitrito a amônia. Como o nitrito é tóxico para as plantas, ele reprime a atividade da reductase do nitrato (ARN) para diminuir a produção de nitrito;
- Noites mais longas favorece acúmulo de nitrato e também a brusone, como se observa no final do verão e início do outono. À noite, a ARN é muito baixa pelas mesmas razões da nebulosidade;
- Maior pressão da brusone no final do ciclo. Na senescência, a ARN é diminuída, cuja causa ainda não foi determinada. Em consequência, ocorre maior acúmulo de nitrato;

- Temperatura mais amena reduz ARN, favorecendo acúmulo de nitrato e também do aumento da pressão da brusone;
- Em arroz irrigado a pressão de brusone é menor do que no de terras altas. Neste sistema de cultivo, predomina amônio ao invés de nitrato;
- No arroz irrigado, nas áreas de reboleira sem lâmina de água, a pressão de brusone é maior. Coincidentemente, nessas áreas, há maior disponibilidade de nitrato do que na parte irrigada com lâmina;
- Lâmina alta versus lâmina baixa: com lâmina alta, a pressão de brusone é menor do que em lavoura com lâmina baixa ou com o solo apenas saturado. Lâmina baixa favorece a difusão do oxigênio para a camada oxidante do solo, aumentando sua espessura e disponibilidade de nitrato. Além do mais, lâmina mais baixa favorece a difusão do oxigênio da parte aérea, via aerênquima, para as raízes, aumentando o poder de oxidação da rizosfera e, por conseguinte, de maior quantidade de nitrato nessa região;
- Atraso no início da irrigação: favorece predominância de nitrato no solo e também a incidência de brusone.

Como se observa, existe uma relação estreita entre teor de nitrato no solo e, ou, na planta e incidência de brusone em arroz.

- a) Alta população de plantas – os produtores, na ânsia de aumentar a produtividade das lavouras têm, cada vez mais, utilizado espaçamentos mais estreitos, favorecendo, assim, a incidência da *P. grisea*.
- b) Inexistência de cultivares com resistência duradoura à *Pyricularia grisea* – essa é uma realidade e das que mais atormenta os melhoristas. O fungo *P. grisea* tem uma alta capacidade de sofrer variação gerando novas raças, que quebram com muita facilidade a resistência das novas cultivares, caracterizadas como tal. A alta pressão da brusone nos ambientes de terras altas provavelmente é a causa da resistência efêmera à referida enfermidade.

As medidas que os produtores podem adotar para atenuar os riscos de uma epidemia de brusone em suas lavouras são: (a) Tratamento químico de sementes – é uma medida para evitar de levar o inóculo da doença para sua lavoura; (b) Controle químico da parte aérea – o produtor de arroz de terras altas ainda não se habituou a efetuar o controle químico preventivo; somente o efetua depois que a doença está instalada e, na maioria das vezes, em estágio avançado; (c) Plantio no cedo – é uma medida cultural de escape, onde a produção de inóculos pelas lavouras vizinhas é baixa ou ainda não ocorreu; (d) Uso de cultivar precoce – também é uma prática cultural de boa eficiência, ou seja, de evitar que a maturação ocorra no final do verão, onde os dias são mais curtos, as noites mais longas e as temperaturas mais amenas, favorecendo a produção de orvalho e sua permanência por mais tempo nas folhas; e (e) Troca de cultivares – a adoção de uma única cultivar facilita o surgimento de raças de *P. grisea* que, a cada ano, torna a doença mais agressiva. A troca de cultivares quebra esse ciclo.

### Disponibilidade e assimilação do nitrogênio pelas plantas de arroz:

Todas as dificuldades do arroz de terras altas discutidas anteriormente, ainda não se esgotaram, pois ao que tudo indica, o problema maior está relacionado com a redução assimilatória do nitrato nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Como já comentado, a forma nítrica do nitrogênio é a predominante nos solos aerados, ou bem drenados. Antes de ser incorporado aos compostos orgânicos nas plantas, o nitrato absorvido do solo tem de ser reduzido à forma amoniacal (Figuras 4 e 5). O processo de redução do nitrato a nitrito é a etapa limitante da redução assimilatória do nitrato.





autores, esses ácidos são rapidamente decompostos no solo pela ação dos microrganismos e não inibem especificamente o crescimento radicular do arroz de terras altas. Além do mais, é inconcebível admitir que a natureza cometeria uma aberração dessas, ou seja, o arroz produzir aleloquímicos que inibissem seu próprio desenvolvimento. Os efeitos alelopáticos de uma espécie sobre outras já estão bem estudados e não há questionamento sobre eles; apenas no caso do arroz é difícil admitir a denominada autotoxicidade. Felizmente, as contestações de seus efeitos são maiores do que as comprovações.

Ao contrário do arroz de terras altas, no sistema irrigado por inundação permanente ou várzea úmida com solo saturado, os “efeitos alelopáticos” são pouco percebidos, possibilitando o cultivo sucessivo do arroz na mesma área por vários anos consecutivos, principalmente por pequenos produtores em áreas de brejo, onde o solo permanece saturado em quase todo o período de cultivo. Daí, surge a dúvida: porque o efeito alelopático só tem significado no arroz de terras altas? Diante de todas as considerações anteriores, está portanto montado o “Quebra-Cabeça” no sentido de desvendar esses fatos que estão interrelacionados entre si.

### **Alelopatia ou nitrogênio: o vilão do arroz de terras altas**

Tudo começou em uma propriedade do município de Capitólio-MG, onde se plantou cultivar de arroz de terras altas em várzea (Neossolo Flúvico) bem drenada, há seis anos. Os efeitos da compactação dos pneus do trator sobre as linhas de arroz sempre foram gritantes em comparação com as linhas não compactadas (Figura 6), mas isso foi “aceito” como melhor contato da semente com o solo. Notou-se, também, que a produtividade era alta no primeiro ano de plantio, razoável no segundo ano e com decréscimo acentuado no terceiro ano; a partir do quarto ano iniciava-se a rotação de culturas. Esse sistema estava, portanto, dentro do trivial e aceito como causa o “efeito alelopático” a partir do segundo ano e mais intensamente, a partir do terceiro ano.



**Fig. 6.** Efeito da compactação dos pneus do trator nas linhas de plantio sobre a germinação, estande, vigor e desenvolvimento das plantas de arroz. (Plantadeira de cinco linhas: três linhas centrais não compactadas e as duas laterais compactadas).

Em uma área de 25 ha, por sinal muito fértil, e anteriormente explorada com pastagens, iniciou-se o plantio de arroz em 2000/2001, repetindo-se o mesmo nos dois anos agrícolas subsequentes, utilizando o sistema de plantio convencional. Nos dois primeiros anos, não se procedeu adubação nitrogenada de cobertura, mesmo assim, as produtividades foram excelentes (5 t/ha). No terceiro ano (2002/2003), realizou-se a adubação de cobertura, aplicando-se 90 kg/ha de nitrato de amônio, 30 dias após a emergência. O fato é que o arroz não se desenvolveu, ficou raquítico, não perfilhou e o sistema radicular não cresceu, embora as condições de distribuição e precipitação pluvial tenham sido excelentes.

A primeira justificativa que veio à mente foi o efeito da alelopatia (autotoxidade) e o segundo da ocorrência de desnitrificação por causa de chuvas intensas alternadas com período de sol, sem chuvas. Mas, aí, veio a questão! Por quê nos dois primeiros anos, onde as condições foram bem semelhantes, as plantas desenvolveram-se normalmente? Foi aí que surgiu a idéia de se aplicar uma segunda adubação nitrogenada numa pequena área da lavoura onde o arroz se encontrava mais raquítico. Foram aplicados 120 kg/ha de N numa área de 0,2 ha. Aí veio a grande surpresa, as plantas se recuperaram intensamente, exibindo alta produtividade (5 t/ha), ao contrário do restante da lavoura que produziu em média menos de 1 t/ha. A percepção foi, então, a de que o nitrogênio é o principal fator limitante da produtividade e não o efeito alelopático. O primeiro passo foi dado, restava então explicar como todo esse processo ocorre.

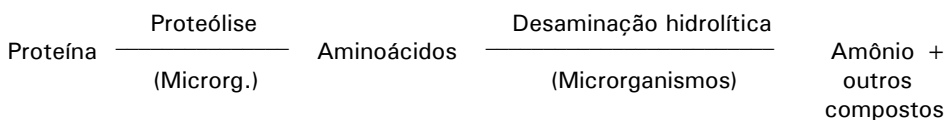
## Absorção e utilização do nitrogênio pelo arroz

A partir de então, iniciou-se um estudo de revisão bibliográfica na tentativa de esclarecer as inter-relações de "terra nova", "terra velha", compactação (pneu do trator), nitrogênio e planta de arroz.

A primeira avaliação foi a de que o preparo do solo através de aração e gradagem promove a incorporação da matéria orgânica e aeração do solo, acelerando, assim, o processo de mineralização da matéria orgânica pelos microrganismos aeróbicos, com a conseqüente disponibilização de grandes quantidades de nitrogênio para o arroz. Assim, a disponibilidade de nitrogênio é máxima no primeiro ano, razoável no segundo ano e baixa a partir do terceiro ano. Isso explica a redução de produtividade de grãos no segundo ano e uma queda brusca a partir do terceiro ano. Por isso, é recomendado deixar a "terra descansar" (pousio), para acumular novamente matéria orgânica e, assim, voltar a plantar arroz. Esse procedimento já é rotineiramente praticado pelos agricultores.

A grande questão que surge é por que esse processo ocorre mais acentuadamente com a cultura do arroz, enquanto que as outras espécies cultivadas sofre pequenas reduções de produtividade, ocasionado mais pelo monocultivo do que pela "queima" da matéria orgânica. Vejam por exemplo, o caso do milho que mantém produtividades satisfatórias por anos seguidos de cultivo. Em que então o arroz difere das outras espécies? Todo esse imbrólio sugere, em princípio, uma capacidade diferencial de absorção de formas diferentes de nitrogênio. Várias publicações (De Datta, 1981; Fageria, 1984; Barbosa Filho, 1987; Fornasieri Filho, 1993; Comissão..., 1999; Fageria, 1999) afirmam que o arroz absorve nitrogênio tanto na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), quanto nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ), não havendo diferença entre elas, ou a forma nítrica é ligeiramente mais eficiente para o arroz de terras altas, podendo-se então aplicar fertilizantes contendo qualquer uma das fontes. Esse "dogma" da equidade de eficiência de absorção de nitrogênio tanto na forma de amônio quanto de nitrato dificultou esclarecer o provável diferencial do arroz em relação às outras espécies.

Malavolta (1980) relata que um hectare de solo possui na profundidade de 30 cm entre 1000 e 1500 kg de nitrogênio total e que quase todo esse nitrogênio está na forma orgânica; a fração mineral, geralmente nitrato e um pouco de amônio, corresponde a apenas cerca de 25 kg. O autor afirma ainda que a maior proporção de nitrogênio orgânico do solo parece estar ligado à lignina como um complexo ligno-protéico. Portanto, as transformações sofridas pelo nitrogênio orgânico através de microrganismos torna o nitrogênio disponível para as plantas. Esse mecanismo pode ser assim resumido:

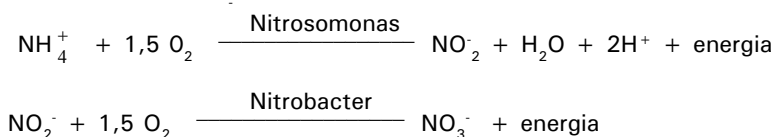


O amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) é, assim, a primeira forma disponível para as plantas. Entretanto, um outro fenômeno que se processa com rapidez nas condições aeróbicas de solo principalmente por bactérias autotróficas (Nitrosomonas e Nitrobacter) é o da nitrificação,

que consiste em oxidar o nitrogênio amoniacal a nitrato (Malavolta, 1980; De Datta, 1981; Yoshida, 1981; Fageria, 1984; León & Arregocés, 1985; Barbosa Filho, 1987; Siqueira & Franco; Fageria, 1999).

Assim, o nitrato se torna a forma química de nitrogênio mais abundante no solo e, também, a mais absorvida pelas plantas.

O processo de nitrificação do nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) ocorre da seguinte forma (Malavolta, 1980):



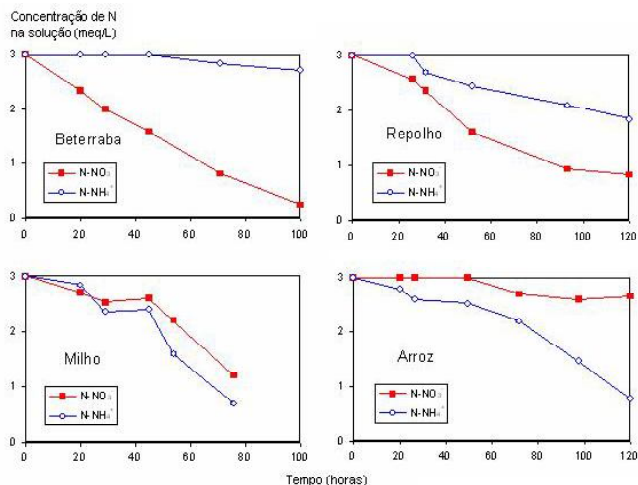
Dessa forma, o  $\text{N-NH}_4^+$  oriundo tanto da decomposição da matéria orgânica, quanto de fertilizantes, quando aplicados ao solo são, na presença de oxigênio, rapidamente nitrificados a nitrato.

Nesse ponto, começou-se a juntar as pedras para a montagem desse complexo xadrez. No caso do arroz de várzea (solo inundado ou saturado), o meio predominante é o anaeróbico, logo a nitrificação é minimizada e só ocorre nos primeiros centímetros superficiais do solo e na rizosfera, onde há presença de oxigênio. Assim, nestas condições, há grande predominância de  $\text{N-NH}_4^+$ , mesmo porque o  $\text{N-NO}_3^-$  seria desnitrificado. Nestas condições, tem-se observado que não há queda brusca da produtividade a partir do terceiro ano consecutivo de plantio. Tudo leva a crer que o ponto fundamental da queda de produtividade do arroz de terras altas está relacionado a diminuição do teor de  $\text{N-NH}_4^+$ , sugerindo que essa forma é melhor aproveitada em relação ao  $\text{N-NO}_3^-$ . Mas, como já mencionado, na literatura, está relatado que o arroz não tem preferência por qualquer das formas e que ambas são igualmente eficientes.

Segundo Yoshida (1981), estudos para determinar a eficácia relativa do  $\text{N-NH}_4^+$  e do  $\text{N-NO}_3^-$  como fonte de nitrogênio para o arroz, freqüentemente enfrenta dificuldade com mudanças no pH da solução. Quando  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  estão disponíveis, a planta de arroz prefere  $\text{NH}_4^+$  e o pH da solução diminui. Entretanto, posteriormente, o pH da solução aumenta quando  $\text{NO}_3^-$  é absorvido. O mecanismo ocorre da seguinte forma: quando o arroz absorve cátion da solução, um íon de hidrogênio é lançado da raiz para manter a neutralidade elétrica na solução. Como consequência o pH da solução abaixa. Por outro lado, quando ânion é absorvido da solução, um íon bicarbonato é lançado da raiz. Esse íon combina com o íon de hidrogênio para formar ácido carbônico indissociável, liberando o íon hidroxila. Em consequência, o pH aumenta. O efeito secundário das alterações do pH, tais como deficiência de ferro para valores altos de pH, algumas vezes dificultam conclusões seguras. Numa revisão realizada por Yoshida (1981), foi constatado que nos estágios iniciais de desenvolvimento e com teor de N acima de 200 ppm (mg/kg), a planta de arroz desenvolve melhor com  $\text{N-NH}_4^+$  do que com  $\text{N-NO}_3^-$ , embora curcubitáceas tenham comportamento oposto. Após o início da diferenciação da panícula e com teor de 100 ppm de N, o nitrato é forma melhor de nitrogênio para o arroz do que o amônio. A 20 ppm de N, todavia, o amônio é tão bom quanto nitrato. Assim, em níveis reais de concentração de N no solo, o  $\text{N-NH}_4^+$  parece ser melhor ou tão bom quanto o nitrato, considerando todo o ciclo de desenvolvimento da planta. A melhor utilização pelo arroz do  $\text{N-NH}_4^+$  em relação ao  $\text{N-NO}_3^-$  é relatada também por León & Arregocés (1985) e Ouko (2003).

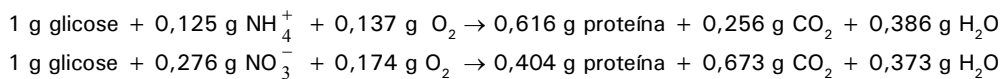
Yoshida (1981) relata ainda que o arroz tem preferência na absorção do amônio ao nitrato, na solução que contém ambos, embora o oposto ocorra para outras espécies

(Figura 7). E ainda, raízes, excisadas de plântulas de arroz absorvem amônio cinco a vinte vezes mais rápido do que nitrato, dependendo do pH da solução. Com planta intacta, o arroz também absorve amônio mais rapidamente que nitrato. Embora o arroz tenha preferência pelo amônio, ele não o acumula nos tecidos da folha; é convertido em asparagina. Por outro lado, tecidos de plantas de arroz acumula nitrato quando a concentração dessa forma na solução é alta. Isso sugere que a planta de arroz tem baixa capacidade de reduzir o nitrato a amônio. Cabe ressaltar que o nitrogênio só é utilizado na planta na forma reduzida; na forma oxidada como é o caso de nitrato, não é assimilado. Além do mais, a planta de arroz terá de produzir ácidos orgânicos para neutralizar cátions acompanhantes do nitrato (Malavolta, 1980), constituindo-se, portanto, em mais um ônus para o arroz.



**Fig. 7.** Absorção seletiva de amônia e nitrato em solução nutritiva. Fonte: Tadano & Tanaka (1976), citado por Yoshida (1981).

Em bioenergética, a assimilação do nitrato requer mais energia que do amônio, porque o nitrato deve ser reduzido a amônio na planta. A relação estequiométrica para síntese de proteína, a partir das duas formas é fornecida pelas seguintes equações (Penning de Uries & Van Laar, 1977), citados por Yoshida (1981):



Portanto, a assimilação do  $\text{N-NO}_3^-$  é menos vantajosa do ponto de vista energético que a do  $\text{N-NH}_4^+$ .

Em plantas superiores, incluindo o arroz, a redução de nitrato ocorre predominantemente nas folhas sob luz. Sob alta intensidade luminosa, onde a taxa de difusão do  $\text{CO}_2$  é que limita a taxa de fotossíntese global, a energia requerida para redução do nitrato pode ser fornecida pela energia excedente produzida pela reação fotoquímica na fotossíntese. Neste caso, a redução do nitrato se processa livre de custo, ou seja, sem consumo de assimilados na respiração para gerar a energia requerida. Entretanto, sob baixa luminosidade, a redução do  $\text{CO}_2$  (reação escura) e redução do nitrato são provavelmente competitivas. Sob tais condições, a taxa de assimilação do nitrato em nitrogênio orgânico parece ser mais lenta em arroz (Dijkshoosn & Ismunadji, 1972), citados por Yoshida (1981). Fica evidente, portanto, que dias claros límpidos, com alta luminosidade favorecem intensamente o aproveitamento do nitrogênio absorvido na forma de nitrato sem consumo de assimilados, contribuindo assim, para o aumento de produtividade.

A chave de todo esse imbróglio que parece esclarecer as diferenças de eficiência do  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  para a cultura do arroz foi encontrada em Malavolta (1980). Segundo esse autor, "arroz, tanto o sequeiro quanto o irrigado, nas duas ou três primeiras semanas de vida quando cultivado em solução contendo  $\text{N-NO}_3^-$ , se desenvolve muito pouco apresentando sintomas típicos da falta de N, o que não acontece se o  $\text{N-NH}_4^+$  for a fonte de nitrogênio; aos poucos, entretanto, começa a se desenvolver e suas folhas, antes amareladas (= falta de N) tornam-se verdes, o que indica síntese e atividade da redutase do nitrato". No processo de redução do nitrato a amônio, denominado redução assimilatória do nitrato, é essencial a presença da enzima redutase do nitrato. Assim, a ausência ou baixa disponibilidade da referida enzima no primeiro mês de vida da planta faz com que o  $\text{N-NO}_3^-$  não seja aproveitado pelo arroz.

A deficiência de nitrogênio nesta fase de desenvolvimento da planta compromete a lavoura, prejudicando o desenvolvimento da parte aérea, reduzindo a competitividade com as plantas daninhas, o crescimento do sistema radicular, e provoca intensa redução do número de perfilhos. Com o avanço e desenvolvimento da cultura, a planta passa a produzir a enzima redutase do nitrato e a deficiência de nitrogênio tende a desaparecer, mas o prejuízo inicial é praticamente irreversível, comprometendo o potencial produtivo do arroz. Certamente, o desconhecimento dessa informação causou muita confusão nos estudos de avaliação de eficiência de uso de nitrogênio na forma amoniacal e nítrica. Esse atraso na síntese da redutase do nitrato é bastante evidenciado em lavouras de pequenos agricultores em condições de várzea úmida, onde, muitas vezes, não se realiza fertilização, ou seja, as lavouras, quando jovem, permanecem amareladas, mas depois de algum tempo tornam-se verdes, sem nenhuma aplicação de nitrogênio indicando o aproveitamento do  $\text{N-NO}_3^-$ .

Uma questão que surge é porque a planta de arroz possui essa característica? Uma hipótese que pode ser aventada é a de que o arroz é uma planta de origem hidrófila, logo, evoluiu em um ambiente com grande abundância de água, em um meio redutor, onde havia predominância de nitrogênio amoniacal. Dessa forma, sob baixa concentração de nitrato no meio, a planta jovem do arroz não desenvolveu o mecanismo de redução do nitrato, uma vez que o ambiente era rico em amônio e a demanda inicial baixa. Com o crescimento da planta, a demanda por nitrogênio é maior e a planta teve de lançar mão do nitrato, ativando o mecanismo de aproveitamento dessa forma de nitrogênio, ainda que mais tardiamente. Certamente, para aproveitar também o  $\text{N-NO}_3^-$ , da rizosfera e da camada superficial oxidante.

## O nitrogênio e a sustentabilidade do arroz de várzea

Após essa fundamentação, tornou-se possível compreender os mecanismos que influenciam o desenvolvimento do arroz sob várias condições de cultivo, bem como a sustentabilidade das mesmas por anos sucessivos de cultivo. Inicialmente, será discutido o caso do arroz irrigado por inundação permanente. Em geral, não se dá muita importância ao efeito da alelopatia/autotoxicidade nos cultivos em campos de arroz irrigado, com a justificativa de que nesse sistema, o referido efeito é pequeno, possibilitando cultivos sucessivos por anos consecutivos. À luz dos conhecimentos, é mais provável que a predominância da fonte de  $\text{N-NH}_4^+$  e a pequena perda de nitrogênio por desnitrificação seja a causa da maior sustentabilidade do plantio em campos inundados. De Datta (1981) relata que a disponibilidade de nitrogênio em solos inundados é mais alta que em solos não inundados. Isso porque, embora a matéria orgânica seja mineralizada a uma taxa mais lenta em solos anaeróbicos do que aeróbicos, a quantidade líquida mineralizada é maior porque menos nitrogênio é imobilizado. Dessa forma, associando-se maior quantidade de nitrogênio mineralizado (líquida) com menor perda por desnitrificação e predominância da forma amoniacal, é possível compreender o melhor desenvolvimento do arroz e a maior sustentabilidade em campos inundados.

Deve-se acrescentar, também, que o preparo do solo através de aração e gradagem com certa antecedência ao plantio e à inundação do tabuleiro provoca redução do teor de matéria

orgânica do solo pela decomposição aeróbica que é bastante intensa. Essa prática a curto prazo aumenta a disponibilidade de nitrogênio, mas a médio e longo prazo, reduz a principal fonte de nitrogênio para o arroz, que é a matéria orgânica. Lavouras de arroz fertilizadas obtêm de 50% a 80% de seu nitrogênio requerido do solo; lavouras não adubadas obtêm uma proporção muito maior, principalmente através de mineralização de fontes orgânicas. Assim, o arroz depende primariamente de fontes orgânicas para obter seu nitrogênio (Koyama, 1975 e Broadbent, 1979, citados por De Datta, 1981). Para produção de uma tonelada de grãos na cultura do arroz irrigado são necessários somente para a parte aérea, 22,5 kg de nitrogênio (Fageria, 1999). Assim, para uma produtividade de 8 t/ha são necessários 180 kg/ha de N. Considerando uma adubação nitrogenada com 120 kg/ha (600 kg/ha de sulfato de amônio, por exemplo) e um aproveitamento de 40% de nitrogênio aplicado (eficiência de aproveitamento não ultrapassa 30% a 40%, segundo Barbosa Filho, 1987 e Fageria, 1984), ou seja, 48 kg, serão necessários, portanto, que o solo forneça 132 kg/ha de nitrogênio (73% do total necessário). Isso explica o fracasso do Provárzeas em várias regiões do país oito a dez anos após sua implantação. Um exemplo, que pode ser citado, é o do Polder de Careaçú, no Sul de Minas Gerais, onde as produtividades no início da implantação do projeto eram de aproximadamente 8 t/ha, mas depois de oito anos consecutivos de plantio não ultrapassaria 3 t/ha, levando ao abandono da exploração orizícola. Obviamente, que faltou orientação técnica sobre manejo, rotação de culturas, etc.

No caso do arroz de várzea úmida ou drenada, sem irrigação, a questão do nitrogênio é muito mais crítica. Primeiro, porque os constantes preparos de solo causam aeração e decomposição rápida da matéria orgânica, reduzindo assim o reservatório natural de nitrogênio; segundo porque as freqüentes alternâncias de encharcamento, ocasionado por altas precipitações pluviais, seguidas de drenagens, causam intensa desnitrificação. Reddy & Patrick (1975), citados por De Datta (1981), relatam que a maior perda de nitrogênio por desnitrificação ocorre num ciclo aeróbico-anaeróbico de dois dias, quando comparado com ciclos mais longos.

Assim, o  $\text{N-NH}_4^+$ , oriundo primariamente da decomposição da matéria orgânica em condições aeróbicas, rapidamente, sofre nitrificação a  $\text{N-NO}_3^-$ , que em seguida é perdido por desnitrificação, caso ocorra encharcamento do solo, o que é muito comum em várzea, devido a lenta drenagem. O resultado é uma alta deficiência de nitrogênio nas lavouras de arroz que apresentam coloração amarelada, plantas raquíticas e um sistema radicular pouco desenvolvido. Essa deficiência só não é observada nos dois primeiros anos de cultivos, onde o alto teor de matéria orgânica do solo (fração ativa) consegue suprir de nitrogênio as exigências das plantas. Esse período pode ser mais longo, dependendo do teor de matéria orgânica do solo, da acidez, da temperatura, da umidade, aeração, número de gradagens, etc.

## O efeito do nitrogênio sobre o plantio direto

O plantio direto do arroz de terras altas tem sido considerado como não competitivo com o sistema convencional (aração e gradagem), ou seja, na maioria dos casos, a produtividade de grãos obtida tem ficado aquém do desejado. Tem-se observado que a planta apresenta pequeno desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo a resistência à seca e menor número de perfilhos por área, diminuindo o número de panículas por área, além de exibir um menor desenvolvimento da planta, sobretudo durante a fase vegetativa. Assim, entre as culturas produtoras de grãos mais importantes do país, a do arroz de terras altas é a única que não está sendo usada em larga escala no sistema de plantio direto.

Como mais de 50% da área cultivada no Brasil, hoje, já é sob plantio direto, com tendência de crescimento, e os produtores não estão dispostos a efetuarem revolvimento de solo para não desestabilizar o sistema, o arroz de terras altas terá de se adaptar a essa modalidade de plantio ou ficará marginalizado. Diante desse quadro, é que se tem buscado novas tecnologias ou ajustamento das existentes com o intuito de tornar o arroz de terras altas uma alternativa viável no sistema agrícola, participando na rotação de culturas através de plantio direto.

Diversos trabalhos de pesquisa já foram empreendidos na tentativa de solucionar esse problema, entre eles, pode-se destacar a adaptação do facão de corte da plantadeira no sentido de efetuar uma descompactação subsuperficial maior, facilitando assim o desenvolvimento do sistema radicular da planta, e o de variações de doses e épocas de aplicação de nitrogênio, entre outros. O fato é que todos os trabalhos sugerem que a planta de arroz possui um sistema radicular frágil e exige macroporosidade no solo em detrimento da microporosidade. Isso sugere que o arroz de terras altas não é adaptado a cultivo sob sistema de plantio direto, ao contrário do arroz irrigado por inundação, onde o sistema já é amplamente utilizado e com bastante sucesso.

Quem planta arroz (lavoura ou área experimental) já teve a oportunidade de observar que as linhas de arroz situadas sob as rodas do trator, com forte compactação (sistema convencional), apresentam melhor germinação, maior vigor inicial, maior perfilhamento e, em geral, melhor desenvolvimento das plantas durante todo o ciclo. Ora, se estas importantes características são favorecidas pela compactação das rodas do trator, como o arroz de terras altas não se adapta ao cultivo sob plantio direto? Muitos alegam que essa compactação aumenta o contato da semente com o solo, facilitando a absorção da umidade do solo, acelerando a germinação. Isso é verdade, mas não explica o desenvolvimento superior das plantas após o estágio de plântula, quando a absorção de nutrientes é intensificada. Tradicionalmente, notadamente nas várzeas, os agricultores realizam uma compactação logo após a semeadura, seja com rolo compactador, seja com tronco de madeira, ou mesmo com os pés. O fato é que a planta de arroz responde positivamente à compactação, contrariando seu desempenho inferior em cultivo sob plantio direto.

Uma hipótese que pode ser especulada é a que a compactação do solo pelas rodas do trator reduz a aeração pela menor difusão do oxigênio atmosférico. Isso implica em menos nitrificação e, possivelmente, menor imobilização. A consequência é a maior conservação do  $N-NH_4^+$ , que é a forma de nitrogênio mais aproveitada pelas plantas de arroz na fase jovem, e a menor perda por desnitrificação, uma vez que a velocidade de transformação do nitrogênio amoniacal a nitrato (nitrificação) é menor. Além do mais, a compactação superficial na linha do arroz reduz a perda de umidade do solo que sobe por capilaridade. É interessante ressaltar que plantas jovens de outras espécies, eficientes na utilização do nitrato como milho, sorgo, soja, etc., não exibem diferenças acentuadas entre as linhas compactadas pelo pneu do trator e as não compactadas, corroborando essa hipótese.

Trabalho de pesquisa de tese de doutorado sobre efeitos da compactação do solo em arroz (Medeiros, 2004), realizado na Universidade Federal de Lavras, utilizando cinco níveis de compactação combinados com três níveis de umidade, em dois solos: Neossolo Flúvico, antigo Aluvial (várzea) e Latossolo Vermelho Amarelo (terras altas), mostrou que a compactação do solo *per se* não é barreira para o cultivo do arroz de terras altas em plantio direto.

Em arroz irrigado, DeDatta (1981) verificou, em estudo de campo, que a compactação do solo a  $1,88g\ cm^{-3}$  ajudou a conservar o nitrogênio, aumentou a eficiência do fertilizante nitrogenado e reduziu a condutividade hidráulica. Além do mais, a compactação ajudou a aumentar a produtividade de grãos em relação ao "puddling", apesar do restrito crescimento radicular nas camadas compactadas do solo.

Ao que parece, todas as tecnologias, já desenvolvidas, não foram suficientes para convencer os agricultores de terras altas a adotarem o plantio direto como um sistema de semeadura rotineiro, mesmo porque a pesquisa ainda não recomenda a semeadura do arroz de terras altas por plantio direto. Certamente, o ponto fundamental que prejudica o bom desempenho do arroz de terras altas no sistema de plantio direto ainda não foi atacado. Tudo leva a crer que a principal barreira pode estar relacionada a disponibilidade e uso do nitrogênio durante a fase jovem de desenvolvimento da planta. No sistema de cultivo inundado, o plantio direto é adotado sem restrições e é um dos mais utilizados, hoje, no Rio Grande do Sul. Pelo que já foi

discutido anteriormente, a diferença básica entre o arroz de terras altas e o irrigado está, além da farta disponibilidade de água nesse último, na forma predominante do nitrogênio no solo, que é de nitrato no sequeiro e de amônio no irrigado. Obviamente, que a inundação do solo provoca uma série de alterações físicas, biológicas e químicas no solo, mas não parecem ser elas a vertente do sucesso ou insucesso do plantio direto.

O ponto que será discutido refere-se apenas ao nitrogênio. Na ausência de revolvimento do solo por aração ou gradagem, ocorre um acúmulo gradual de matéria orgânica na superfície do solo com o passar dos anos, seja pelos restos culturais, seja pela vegetação nativa morta, pastagem, dejetos animais, etc. Esse acúmulo de matéria orgânica ocorre simplesmente pelo fato de os microrganismos terem menor contato com a massa vegetal, ou pela decomposição lenta pelos microrganismos anaeróbicos nos ambientes de baixo arejamento. Dessa forma, no perfil do solo, forma-se um gradiente diferencial de acúmulo de matéria orgânica, sendo rica na superfície, intermediária na camada subsuperficial e pobre nas camadas mais profundas. Com o revolvimento do solo, inverte-se esse gradiente, aérea o solo, ocorre decomposição rápida da matéria orgânica, redundando em alta disponibilidade de nitrogênio amoniacal para o arroz. Só que esse processo não é sustentável, pois em dois anos a maior parte da fração ativa da matéria orgânica é mineralizada e passa, então, a predominar no solo (camada de 0-20cm) nitrogênio químico quase que exclusivamente na forma de nitrato. Essa é a principal razão de o arroz de terras altas só produzir bem nos dois primeiros anos, como já comentado. Solos virgens perdem de 20% a 70% da sua matéria orgânica original, quando colocados em cultivo (Moreira & Siqueira, 2002) e solos deflorestados perdem até 50% da matéria orgânica nos dois primeiros anos de cultivo (Siqueira & Franco, 1988)

No sistema de plantio direto, não há revolvimento de solo, a densidade é maior e a aeração menor, implicando numa lenta decomposição da matéria orgânica do solo (redução de até 50%), com a conseqüente liberação lenta de nitrogênio (Tabela 1). O mais grave é que o pouco  $N-NH_4^+$  produzido na mineralização, se não for absorvido pela planta, é imobilizado pelos microrganismos ou rapidamente nitrificado a nitrato, uma vez que na superfície do solo a atividade microbiana é intensa. Assim, no sistema de plantio direto, sobretudo nos seis primeiros anos de implantação do sistema, onde a imobilização do nitrogênio é maior do que a mineralização (Sá, 1999), o arroz sofre intensa carência de nitrogênio amoniacal, visto que no primeiro mês de vida, a atividade da enzima redutase do nitrato é baixa. Essa deficiência afeta fortemente o desenvolvimento radicular, o perfilhamento e o desenvolvimento inicial do arroz. A menor incidência de brusone em arroz de terras altas no sistema de plantio direto em relação ao convencional detectada por Moura Neto (2001), também reflete a menor disponibilidade de nitrogênio para a planta, uma vez que esse elemento potencializa a ocorrência da referida enfermidade (Barbosa Filho, 1987).

**Tabela 1.** Conteúdo de N-orgânico e mineralizado em latossolo vermelho escuro, 42% de argila, há dez anos sob SPC e SPD, incubado por dez semanas a 30°C e umidade de 60% da C.C. (Sá, 1996).

Profundidade de amostragem	Prep. convencional		Plantio Direto	
	N-org.	N-miner.	N-org.	N-miner.
cm	----- mg 100 g <sup>-1</sup> -----			
0-7	130	6,8	255	7,8
8-21	91	5,2	101	5,2
22-40	79	4,5	93	4,6
41-60	58	3,0	70	3,2

Na avaliação do conteúdo de nitrogênio mineral ( $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ ) em amostras de terra coletadas em várias profundidades de um latossolo vermelho-escuro, cultivado durante dez anos sob plantio direto e preparo convencional, Sá (1999) observou comportamento diferenciado para os sistemas de manejo, que foi assim resumido: "na camada de de 0-7cm, o nitrogênio mineral nos dois sistemas de manejo foi representado pelo  $N-NO_3^-$  e os valores obtidos no plantio direto foram quase três vezes superiores aos encontrados sob



preparo convencional ao final de dez semanas de incubação (Figura 8). Nessa camada, o pH, o conteúdo de matéria orgânica e de bases trocáveis eram mais elevados do que no preparo convencional, favorecendo maior atividade de microrganismos nitrificadores. Por outro lado, nas camadas abaixo de 30 cm, predominou a forma amoniacal nos dois sistemas de manejo. Nesse caso, a acidez elevada seria o fator que limitaria a atividade dos nitrificadores, não impedindo contudo a ação dos amonificadores”.

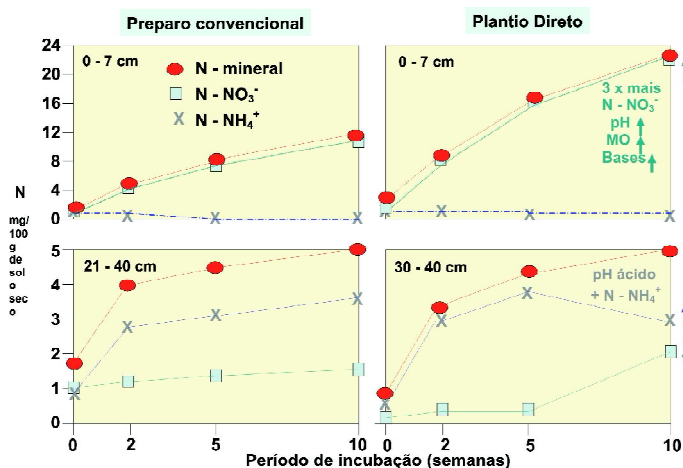


Fig. 8. Conteúdo de N em latossolo-VE, argiloso, há dez anos sob SPC e SPD (Sá, 1996)

Dessa constatação, pode-se especular que a preferência do arroz de terras altas por solos ligeiramente ácidos (pH entre 5,5 a 5,8) pode estar mais relacionado a maior disponibilidade do  $N-NH_4^+$  no solo pela ação limitada dos microrganismos nitrificadores, sem prejuízo dos amonificadores, do que a própria acidez *per se*, que reduz a disponibilidade de vários nutrientes e aumenta a toxicidade por alumínio, corroborando, portanto, a melhor utilização do nitrogênio amoniacal pelo arroz na fase juvenil. Certamente, que a maior disponibilidade do  $N-NH_4^+$  em solos ácidos induziu o arroz de terras altas a desenvolver um mecanismo de melhor adaptação ou tolerância a esses solos. No caso do arroz irrigado por inundação, o pH se estabiliza depois de três semanas de inundação em 6,5-7,0. Contudo, o alto pH não prejudica o desenvolvimento do arroz, uma vez que nessa modalidade de cultivo predomina o  $N-NH_4^+$ .

Sintetizando, a situação ideal para o arroz de terras no sistema de plantio direto seria aquela em que o sistema já estivesse estabilizado por oito a dez anos, onde a imobilização do nitrogênio é menor que a mineralização, e os solos fossem levemente ácidos, onde a nitrificação é inferior à amonificação. Com isso, aumentaria a disponibilidade de nitrogênio para o arroz.

Olofintoye (1983), citado por Moura Neto (2001), observando o comportamento da cultura de arroz de terras altas sob os sistemas de plantio direto e convencional por dois anos, constatou menor altura e plantas menos vigorosas nos estágios iniciais de desenvolvimento sob plantio direto em relação ao convencional. Observações semelhantes foram relatadas por Ogunremi & Babalola (1986), também citados por Moura Neto (2001), onde afirmam ser o fraco desempenho nas fases iniciais, no plantio direto, devido à imobilização do nitrogênio aplicado, pelos microrganismos, na decomposição da cobertura morta. Relatam, ainda, que as diferenças na altura de plantas vão diminuindo à medida que se aproxima a fase de floração, motivados pela segunda cobertura nitrogenada e pela disponibilidade de nutrientes oriundos dos resíduos decompostos. Embora os autores utilizem outros fundamentos para justificar as diferenças de desempenhos nos dois sistemas de plantio (direto e convencional), os resultados vêm confirmar tudo que foi discutido sobre disponibilidade e uso de nitrogênio na fase jovem e mais tardia, quando o arroz produz com maior eficiência a enzima redutase do nitrato.

Os cultivos sob plantio direto apresentam maior compactação, maior adensamento, menor macroporosidade e maior microporosidade. Portanto, está sujeito a menor aeração e mesmo chuvas de menor intensidade podem causar desnitrificação do nitrato, reduzindo sua disponibilidade para o arroz nos estágios mais avançados de desenvolvimento. Isso exige uma atenção maior quanto ao manejo do nitrogênio, como época de aplicação, doses e fonte do elemento.

O plantio direto do arroz de terras altas que, hoje, é pouco utilizado por não ser a curto prazo competitivo com o convencional, a médio e longo prazo poderá ser uma boa alternativa de se produzir com sustentabilidade em solos bem drenados e arejados. Isso porque o aumento da matéria orgânica, ao longo do tempo, no sistema estabilizado, é a forma mais correta de prover um fluxo contínuo de nitrogênio às plantas de arroz. Pesquisa realizada por Moura Neto (2001), com o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas nos sistemas de plantio direto e convencional em uma área onde se praticava plantio direto intensamente nas safras e entressafras, durante 14 anos consecutivos, mostrou que as produtividades médias dos 14 materiais, comuns aos dois anos agrícolas (1998/99 e 1999/00), foram de 5606 e 5608 kg/ha, respectivamente. Esse resultado corrobora o potencial do plantio direto para o arroz de terras altas a médio e longo prazo.

Fageria (1999) relata que para produzir uma tonelada de arroz de terras altas são necessários 47 kg de nitrogênio somente para a parte aérea. Assim, para uma produtividade de 4 t/ha serão necessários 188 kg/ha de nitrogênio. Supor uma adubação nitrogenada de 60 kg/ha (quantidade recomendada pela Comissão... 1999) e uma eficiência de aproveitamento de 40% do nitrogênio aplicado, ou seja, 24 kg. Para esse nível de produtividade, as plantas terão de extrair do solo 104 kg/ha de nitrogênio, representando, portanto, 87% do total absorvido. Isso evidencia porque a médio e longo prazo, somente o sistema de plantio direto tem condições de acumular matéria orgânica e suprir o arroz de terras altas de suas necessidades de nitrogênio, a não ser que se adote um sistema agrícola, via plantio convencional, bastante eficiente para acumular matéria orgânica. Assim, desfaz-se o paradoxo de que o sistema de plantio direto não se aplica ao arroz de terras altas. Hoje, o insucesso do plantio direto do arroz de terras altas é atribuído à incapacidade do sistema radicular romper-se em solos mais compactados. Realmente, a maior compactação do solo no plantio direto é barreira mecânica para um melhor desenvolvimento do sistema radicular, mas isso é válido para todas as espécies. Seguramente, que plantas jovens de arroz, bem nutridas de  $N-NH_4^+$ , terão a mesma habilidade do que outras espécies para desenvolver-se em solos de maior densidade. Pode-se especular também que plantas fixadoras de nitrogênio, como a soja por exemplo, têm maior habilidade de se adaptarem ao plantio direto, visto que o nitrogênio é um elemento importante para o desenvolvimento radicular das plantas.

## **Sugestões de manejo do nitrogênio no plantio direto**

Certamente, muitas pesquisas deverão ser realizadas no sentido de comprovar e aprimorar esse referencial e as hipóteses aventadas. Todavia, para aqueles que já praticam o plantio direto em terras bem drenadas ou pretendem adotar o sistema, uma sugestão empírica, com relação a fertilização nitrogenada, é aplicar no sulco de plantio em torno de 30 kg/ha de N-amoniaco e efetuar duas adubações de cobertura: a primeira por volta de 15 dias após a emergência das plântulas e a segunda na diferenciação do primórdio floral. A primeira cobertura deve ser preferencialmente à lanço para alcançar maior volume de raízes possível. A dose de nitrogênio depende do solo, cultivar, regime de chuvas, etc. O parcelamento sugerido é uma maneira de prover um fluxo contínuo de nitrogênio amoniacal no período que o arroz é deficiente na produção da enzima redutase do nitrato. Recomenda-se também, sempre que possível, efetuar o plantio mais cedo, para fugir dos períodos de alta precipitação pluvial que provocam intensas perdas de nitrogênio por desnitrificação no momento que o arroz mais demanda esse elemento, que é a partir da diferenciação do primórdio floral. Para os atuais e futuros usuários do plantio

direto no cultivo do arroz de terras altas, recomenda-se não mais revolver o solo, pois só assim, os produtores vão imitar a natureza e ter para sempre uma “terra nova”, apta para o cultivo sustentável do arroz de terras altas ou nas várzeas drenadas. O acúmulo de matéria orgânica no solo em cultivo sob plantio direto é lento, portanto, o produtor não deve esperar uma resposta rápida e imediata. Deve ter paciência, porque aos poucos a produtividade vai aumentando até se estabilizar no nível desejado.

Uma alternativa para dar maior sustentabilidade ao arroz de terras altas poderia ser a utilização de nitrogênio amoniacal revestido, que já vem sendo usado em vários países e tendem a reduzir as perdas desse elemento pela liberação gradativa do nitrogênio no solo. O nitrogênio revestido já foi disponibilizado no Brasil comercialmente, mas sua baixa utilização inibiu sua importação e, hoje, não está mais disponível. Contudo, se houver demanda, as importações poderão ser retomadas, principalmente se a pesquisa recomendar o seu uso. Outra opção seria a de utilizar fertilizantes com inibidores da nitrificação, todavia, é necessário a realização de pesquisas com essas tecnologias, antes de recomendá-las.

Malavolta (1953), citado por Malavolta e Fornasieri Filho (1983), obteve maiores produções de matéria seca em uma cultivar de arroz de terras altas quando forneceu  $\text{N-NO}_3^-$  do que quando usou  $\text{N-NH}_4^+$ , desde que o primeiro fosse acompanhado de níveis mais altos de molibdênio. Portanto, a síntese da redutase do nitrato é induzida pela presença desse micronutriente. Assim, pesquisas nessa área devem ser empreendidas no sentido de antecipar e, ou, aumentar a quantidade da referida enzima na planta jovem do arroz.

Entretanto, a solução definitiva desse problema estaria no desenvolvimento de cultivares que possuam maior atividade da redutase do nitrato nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas. Tem-se observado variabilidade genética entre genótipos para a atividade dessa enzima (Ouko, 2002). *Oryza glaberrima* é mais eficiente quando comparada com *Oryza sativa*. Dentro dessa última, há controvérsias se indica ou japônica é mais eficiente, pois, em alguns trabalhos, as índicas são mais eficientes do que japônicas; em outros ocorre o inverso. Provavelmente, a utilização de cultivares diferentes induzem resultados divergentes. O autor não encontrou menção sobre a japônica tropical, mas é provável que seja similar ao grupo japônica. Contudo, Ouko (2002) afirma que genótipos de terras altas possuem maior atividade da redutase do nitrato do que os de várzea. Portanto, a variabilidade genética entre as cultivares de arroz de terras altas para a atividade da enzima redutase do nitrato pode ser explorada pelos melhoristas. Talvez, atuando apenas no gene regulador da síntese da redutase do nitrato, induzindo a produção dessa enzima mais cedo, ou com maior eficiência nas raízes, solucionaria o problema. Certamente que alternativas como essas elevariam o patamar do atual potencial de produção de grãos das cultivares de arroz de terras altas.

## Uso de culturas produtoras de substâncias inibidoras da nitrificação

Uma alternativa promissora para manutenção do nitrogênio no solo na forma amoniacal é a de se plantar no inverno, antes do arroz, espécies de plantas produtoras de substâncias que têm efeito sobre as bactérias nitrificadoras. Como exemplo, pode-se citar o nabo, o girassol, o centeio e o trigo. O ácido fenólico, terpenóides e flavonóides (quercetina e mycercina) são exemplos dessas substâncias. O ácido fenólico na concentração de 1 a 10 mM e o flavonóide na concentração de 10 a 100 mM no solo inibem os nitrificadores. Cabe ressaltar que a maioria dessas substâncias têm degradação relativamente rápida no solo. Portanto, deve-se efetuar um manejo adequado de forma que quando se semear o arroz, as referidas substâncias ainda estejam ativas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.L. **Atividade da redutase do nitrato sobre o crescimento e produção de grãos de arroz**. . Lavras, UFLA, 2005.62P. (Dissertação-Mestrado).

BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129 p. (Boletim técnico, 9).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

**Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5<sup>o</sup> aproximação. Viçosa, 1999. 355p.:il.

d' DANDRÉA, A. F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004.

DE DATA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 618 p.

FAGERIA, N.K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1984. 341 p.

FAGERIA, N.K. Nutrição mineral. In: A CULTURA DO ARROZ NO BRASIL. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 172-196.

FAQUIM, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182p.

FORNASIERI FILHO, D. & FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221 p.

GUIMARÃES, C.M. & BEVITÓRI, R. O arroz em sistemas de rotação de culturas. In: A CULTURA DO ARROZ NO BRASIL. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 148-171.

LEÓN, L.A. & ARREGOCÉS, O. Factores que afectan la respuesta a la fertilización nitrogenada del arroz. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Arroz: Investigación y producción**. Cali: 1985. p.307-340.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. & FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO; fatores afetando a produtividade, 1983. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1983. p. 95-140.

MEDEIROS, R.D. de. **Efeitos da compactação do solo e da umidade sobre a absorção de N, P, K, os componentes de produção e a produtividade de grãos de arroz**. Lavras, UFLA, 2004. 162p. (Tese de doutorado em Fitotecnia).

MOURA NETO, F.P. **Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional**. Lavras, UFLA, 2001.92P. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

OUKO, M.O. **Nitrate reductase activity in rice as a screening tool for weed competitiveness**. 2003. 85f. Thesis (Master of Agriculture)-Faculty of Agriculture University of Bonn, Kenya.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: INTERRELAÇÃO FERTILIDADE, BIOLOGIA DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. Lavras: UFLA/DCS, 1999. p.267-319.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 236p.

STEVENSON, F.J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur and micronutrients**. New York: John W, 1986. 380p.

VICTÓRIA, R.L.; PICCOLO, M. C. & VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CRDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P., coords. **Microbiologia do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira do Solo, 1992. p.105-120.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI. 1981. 269 p.